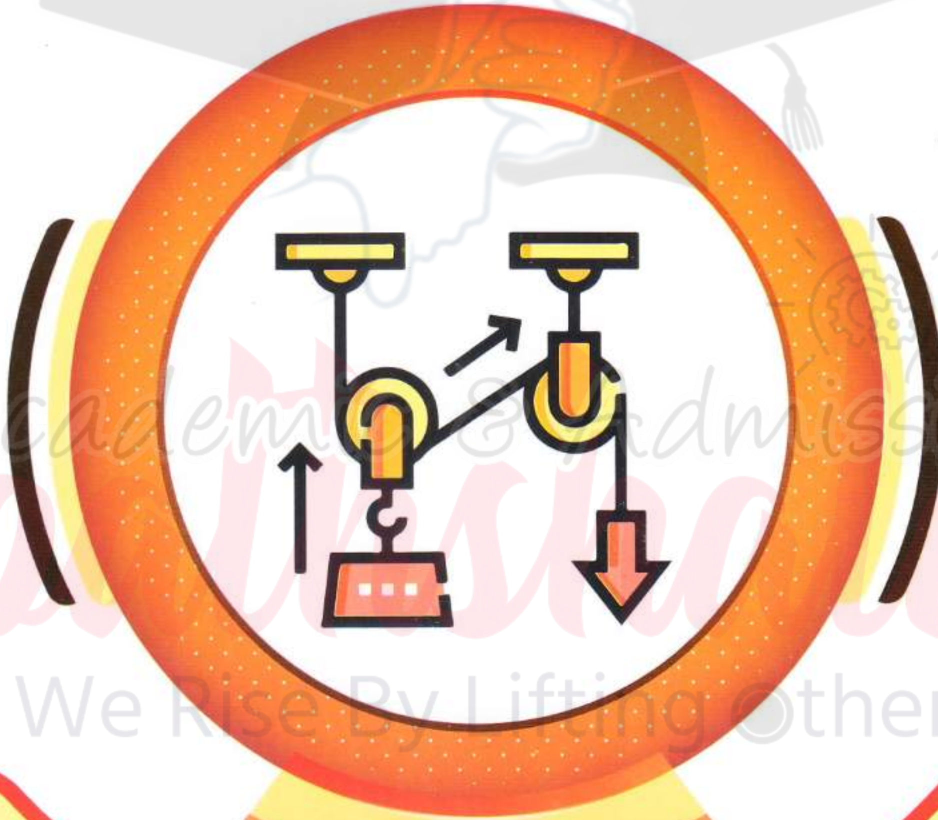
HSC 2023

পদার্থবিজ্ঞান ১ম পত্র প্রশ্নব্যাংক

(শর্ট সিলেবাস)





উদ্ভাস

একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

উদ্ভাসিত আলোর মাঝে
দেখো তোমার মুখ;
জীবন মানে সংগ্রাম
আর বিজয় মানে সুখ।

HSC 2023
পদার্থবিজ্ঞান ১ম পত্র প্রশ্নব্যাংক

সার্বিক ব্যবস্থাপনায়
উদ্ভাস ফিজিক্স টিম

প্রচ্ছদ
মোঃ রাকিব হোসেন

অক্ষর বিন্যাস
জায়েদ, হৃদয়, শাওন ও আরফিন

অনুপ্রেরণা ও সহযোগিতায়
মাহমুদুল হাসান সোহাগ
মুহাম্মদ আবুল হাসান লিটন

কৃতজ্ঞতা
উদ্ভাস-উন্মেষ-উত্তরণ
শিক্ষা পরিবারের সকল সদস্য

প্রকাশনায়
উদ্ভাস
একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

প্রকাশকাল
মার্চ, ২০২৩ ইং

অনলাইন পরিবেশক
rokomari.com



উৎসর্গ

তোমাদের শক্তিকে মানুষ 'অর্থনীতি' ডাকে!

কিছুক্ষণ আগেও মুঠোফোনে মায়ের সাথে কথোপকথনে বুঝার উপায় নেই দুই দিন কাজ নেই বিধায় সকালে খাওয়া হয়নি। বোনের বিয়ে, বাবার ঔষুধ এসবের কাছে যেন নিজের কষ্ট কিছুই না। প্রতিনিয়ত অমানবিক পরিশ্রম করে, পরিবারের হাল ধরতে গিয়ে আস্ত একটি দেশের অর্থনীতির চাকা ঘুরাচ্ছেন যারা!

বিদেশে কাজ করে দেশের জ্বালানি যোগানো সকল প্রবাসী ভাই-বোন এর সম্মানে...

সূচিপত্র

শর্ট সিলেবাস ২০২৩

Gmail

পারস্পরিক সহযোগিতা-ই পারে পৃথিবীকে আরও সুন্দর করতে...

সুপ্রিয় শিক্ষার্থী,

আশা করি এবারের "HSC 2023 পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র প্রশ্নব্যাংক" তোমাদের কাছে অতীতের চেয়ে আরো বেশি উপকারী হিসেবে বিবেচিত হবে ইনশাআল্লাহ্। বইটি সম্পূর্ণ ত্রুটিমুক্ত রাখতে আমরা চেষ্টার কোনো ত্রুটি করি নাই। তবুও কারো দৃষ্টিতে কোন ভুল ধরা পড়লে নিম্নে উল্লেখিত ই-মেইল এ অবহিত করলে কৃতজ্ঞ থাকবো এবং আমরা তা পরবর্তী সংস্করণে সংশোধন করে নিব ইনশাআল্লাহ্।

Email : solution.udvash@gmail.com

Email-এ নিম্নলিখিত বিষয়গুলো উল্লেখ করতে হবে:

(i) "HSC 2023 পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র প্রশ্নব্যাংক" এর অধ্যায়ের নাম, ভার্সন (বাংলা/ইংলিশ), (ii) পৃষ্ঠা নম্বর (iii) প্রশ্ন নম্বর (iv) ভুলটা কী (v) কী হওয়া উচিৎ বলে তোমার মনে হয়

উদাহরণ : "HSC 2023 পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র প্রশ্নব্যাংক" অধ্যায়-০৪, Page-72, Question-18, দেওয়া আছে, Ans. (c) কিন্তু হবে Ans. (d).

ভুল ছাড়াও মান উন্নয়নে যেকোন পরামর্শ আন্তরিকভাবে গ্রহণ করা হবে। পরিশেষে মহান আল্লাহর নিকট তোমাদের সাফল্য কামনা করছি।

শুভ কামনায়
উদ্ভাস ফিজিক্স টিম

পদার্থবিজ্ঞান প্রথম পত্র

♦ বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ

বোর্ড	অধ্যায়	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
		CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ					MCQ	CQ				MCQ
		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা	০১											1				2					1					1
	০২	1	1	2	2	3	2	2	2	2	5			1	1	2					1	1	1	1	1	3
	০৩										1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	4	1	1	1	1	3
	০৪	3	2	1	1	3	2	1	1	1	5	2	1	1	1	3	2	1	2	2	1	1	2		1	2
	০৫	1	2	1	1	5	2	3	2	2	6		3	1	1	2	1	2	1	1	3	1		1		3
	০৬	2		1	1	3										3			1	1	3	1		1		3
	০৭	1	1	1	1	3						1	1	1	1	2	2	2	1		3	2	3	1	1	2
	০৮		1	1	1	4		1	1	1	3	1		2	2	3				1	5			1	2	3
	০৯											1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	১০		1	1	1	4	2	1	2	2	5	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3			1	1	3
রাজশাহী	০১					1										2							1			2
	০২	1	2	2	2	4	2	2	2	2	4	1	2	1	1	2						1		1	1	2
	০৩							1	1				1	1	1	4						1		1	1	5
	০৪	1	1	1	1	8	1	1		1	5					2						1	1	1	1	4
	০৫	1	1	1	1	2	2	1	2	2	6	1		1	1	2							1	1	1	3
	০৬	1	1	1	1	3										3							1			1
	০৭	1	1	1	1	1						2		1	1	2								1	1	3
	০৮	2	1	1	1	2	1	1	1	1	5	3	2	2	2	4							1	1	1	3
	০৯												1	1	1	1						3	2	1	1	1
	১০	1	1	1	1	4	2	2	2	2	5	1	2	1	1	3			সকল বোর্ড			2	1	1	1	1
চট্টগ্রাম	০১															3						1				1
	০২	2	1	2	2	4	1	1	2	2	5	1	1	1	1	3						1		1	1	3
	০৩											1	1	1	1	2							2	1		3
	০৪	1	2	1	1	5	2	3	2	2	4	1	1	1	1	6						1	1			3
	০৫	1	1	1	1	3	2	1	1	1	7											1	1	1	2	2
	০৬	1	1	1	1	4						1	1	1	1	1						1	1	1	1	2
	০৭	1	1	1	1	3						1	1	1	1	3						1	2	1	1	3
	০৮	1	1	1	1	3	1	1	1	1	4	1	1	1	1	2							1	1	1	3
	০৯											1	1	1	1	3						1		1	1	2
	১০	1	1	1	1	3	2	2	2	2	5	1	1	1	1	2						1		1	1	3

বোর্ড	অধ্যায়	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
		CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
সিলেট	০১							1					1			1										1
	০২	2	1	2	2	4	2	2	2	2	5			1	1	2						1	1	1	1	1
	০৩									1				1	1	4						1	1	1	1	3
	০৪	2		1	1	4	1	1	1	1	7	2	1	1		3						1	1	1	1	2
	০৫	1	2	1	1	4	2	2	2	1	4	2		1	2	1										4
	০৬	1	1	1	1	3						2	2	1	1	3						1	1	1	1	3
	০৭		1	1	1	2						1	1	1	1	4						1	1	1	1	1
	০৮	1	2	1	1	5	1	1	2	2	5		1	1	1	5						1	1	1	1	2
	০৯											1	1	1	1	1						1	1	1	1	5
	১০	1	1	1	1	3	2	1	1	1	4		1			1						1	1	1	1	3
বরিশাল	০১										1					1										1
	০২	2	2	2	2	4	2	2	2	2	5	2	1	1	1	2						1	1	1	1	4
	০৩										1		1	1	1	4						1	1	1	1	2
	০৪	1	1	1	1	4	2	1	1	1	3	2	2	1	1	3						1	1	1	1	2
	০৫	1	1	1	1	4	1	2	2	2	5	1		1	1	2							1			2
	০৬	1	1	1	1	3							1	1	1	2	সকল বোর্ড					1	1	1	1	2
	০৭	1	1	1	1	3						2	1	1	1	3						1	1	1	1	3
	০৮	1	1	1	1	3	1	1	1	1	5			1	1	4						1	1	1	1	3
	০৯												1	1	1	2						1		1	1	4
	১০	1	1	1	1	4	2	2	2	2	5	1	1			2						1	1	1	1	2
যশোর	০১												1			3							1			4
	০২	1	1	1	1	4	2	2	2	2	5	1		1	1	3						1		1	1	3
	০৩							1			1	1		1	1	3							1	1	1	2
	০৪	1	1	1	1	5	2	1	2	2	6	2	1	1		3						1	1	1		4
	০৫	1	1	1	1	3	2	2	1	1	4	1	2	1	2	2						1	1		1	2
	০৬	1	1	1	1	4						1		1	1							2	1	1	1	2
	০৭	1	1	1	1	3							1			3						2	1	1	1	2
	০৮	1	1	1	1	3	1	1	2	2	5		1	1	1	5							1	1	1	2
	০৯											1	1	1	1	1						1	1	1	1	2
	১০	2	2	2	2	3	1	1	1	1	4	1	1	1	1	2								1	1	2

বোর্ড	অধ্যায়	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
		CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
কুমিল্লা	০১															2										1
	০২	2	2	2	2	3	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1						1	1	1	1	3
	০৩												2	1	1	3						1	1	2	2	2
	০৪	1	2	2	1	2	3	3	2	2	5	2	1	1	1	2						1	1			4
	০৫	1	1	1	1	4	1	2	1	1	4			1	1	4										1
	০৬	1	1		1	5						1				2						1	1	1	1	4
	০৭	1	1	1	1	2						3	3	1	1	5						1	1	1	1	2
	০৮	1		1	1	3	1	1	2	2	6			1	1	2						1	1	1	1	4
	০৯													1	1	3						1	1	1	1	1
	১০	1	1	1	1	6	2	1	2	2	5	1	1	1	1	1						1	1	1	1	3
দিনাজপুর	০১															2						1				2
	০২	1	2	2	2	4	1	2	2	2	5					2							1			3
	০৩											2	1	1		4						2		2	1	5
	০৪	2	1	1	1	7	3	2	2	2	6	2	2	2	2	3								1	1	2
	০৫	1	1	1	1	4	1	1	2	2	4	1	1		1	1	সকল বোর্ড					1	2		1	1
	০৬	1	1	1	1	2							1	1	1	3								1	1	1
	০৭	1	1	1	1	2						2	1	2	2	3						1	1	1	1	4
	০৮	1	1	1	1	4	1	1	1	1	5		1			3						1	1	1	1	3
	০৯											1	1	1	1	2						1	1	1	1	2
	১০	1	1	1	1	2	2	2	1	1	5			1	1	2						1	2	1	1	2
ময়মনসিংহ	০১					2																				
	০২	1	1	2	2	3	1	1	1	1	5															
	০৩						1																			
	০৪	2	2	1	1	7	1	2	2	2	6															
	০৫	1				1	2	2	2	2	5															
	০৬	1	1	1	1	2																				
	০৭	1	1	1	1	2																				
	০৮	1	2	2	2	4	2	2	2	2	4															
	০৯																									
	১০	1	1	1	1	4	1	1	1	1	5															

[বি.দ্র.- ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই ও ২০১৮ সালে সকল বোর্ডে অভিন্ন প্রশ্ন পদ্ধতিতে পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয়।]

অধ্যায় ০১ ভৌতজগৎ ও পরিমাপ

এই অধ্যায়ের বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ:

বোর্ড	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
	ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা											1				2					1					1
রাজশাহী					1										2	সকল বোর্ড						1			2
চট্টগ্রাম															3						1				1
সিলেট							1					1			1										1
বরিশাল										1					1										1
যশোর												1			3							1			4
কুমিল্লা															2										1
দিনাজপুর															2						1				2
ময়মনসিংহ					2																				

বি.দ্র.- ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই এবং ২০১৮ সালে সকল বোর্ডে অভিন্ন প্রশ্ন পদ্ধতিতে পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয়।

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

পরিমাপে ত্রুটি:

- পরম ত্রুটি = প্রকৃত মান ~ পরিমাপ্য মান
- আপেক্ষিক ত্রুটি = $\frac{\text{প্রকৃত মান} \sim \text{প্রাপ্ত মান}}{\text{প্রকৃত মান}}$
- x একটি পরিমাপ্য ভৌতরাশি এবং y ও z রাশি দুইটির সাথে নিম্নোক্ত সমীকরণ দ্বারা সম্পর্কযুক্ত $x = y^m \cdot z^n$ হলে এবং যদি y ও পরিমাপ করার সময় সর্বোচ্চ সম্ভাব্য ভুল যথাক্রমে δy এবং δz হয়, তাহলে x এর সর্বোচ্চ ভুল এর ক্ষেত্রে, δx।
  আপেক্ষিক ত্রুটি, $\left(\frac{\delta x}{x}\right) = |m| \left(\frac{\delta y}{y}\right) + |n| \left(\frac{\delta z}{z}\right)$
- শতকরা ত্রুটি = আপেক্ষিক ত্রুটি × 100%

স্ফেরোমিটারের ব্যবহার:

- কোনো বক্রতলের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $R = \left(\frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}\right)$
  [এখানে, d = স্ফেরোমিটারের তিন পায়ের গড় দূরত্ব এবং h = তিনটি পায়ের তল হতে বক্রতলের উচ্চতা বা নিম্নতা।]
- স্ফেরোমিটারের পাঠ, h = প্রধান স্কেল পাঠ (M) + বৃত্তাকার স্কেল পাঠ (C) × লঘিষ্ঠ গণন (K)।
- লঘিষ্ঠ গণন (K) = $\frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা}}$

নিক্তির সাহায্যে দোলন পদ্ধতিতে বস্তুর ভর নির্ণয়:

- নিক্তির পাল্লা দুটি খালি অবস্থায় যদি স্থিতিবিন্দু P হয়, বাম পাল্লায় কোনো বস্তু ও ডান পাল্লায় বস্তুর ভর অপেক্ষা সামান্য কম ভরের বাটখারা W_1 চাপানো অবস্থায় স্থিতিবিন্দু Q এবং ডান পাল্লায় $W_1 + 10mg$ ভরের জন্য স্থিতিবিন্দু R হলে দেখা যায়, বস্তুর প্রকৃত ভর, $W = W_1 + \frac{10\,(Q-P)}{(Q-R)\times 1000}$ gm।

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও সমাধান

MCQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্ন ও সমাধান

01. স্ক্রু গজের লঘিষ্ঠ ধ্রুবকের মান 0.01 mm হলে, নিচের কোন বেধটি নির্ভুলভাবে মাপা যাবে? [RB'22][Ans: c]
(a) 0.005 mm (b) 0.001 mm
(c) 0.02 mm (d) 0.002 mm
সমাধান: (c); লঘিষ্ঠ ধ্রুবকের চেয়ে ছোট কোনো মান নির্ভুলভাবে পরিমাপ করা যায় না।

নিচের উদ্দীপক থেকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি স্ক্রু গজ দ্বারা একটি কাঁচ পাতের পুরুত্ব পরিমাপকালে রৈখিক স্কেলের পাঠ 2 mm, বৃত্তাকার স্কেলের পাঠ 25 এবং পিচ 0.5 mm।

02. স্ক্রু গজের বৃত্তাকার স্কেলের দাগ সংখ্যা কত হবে? [MB'22][Ans: a]
(a) 50 (b) 100 (c) 150 (d) 200

03. কাঁচ পাতের পুরুত্ব কত ? [MB'22]
(a) 2.25 mm (b) 2.25 cm
(c) 0.225 mm (d) 0.225 m
সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); স্ক্রু গজের পিচের দূরত্ব দেওয়া নেই। তাই প্রশ্নটি সমাধান করা সম্ভব নয়।

04. নিম্নের কোনটি মৌলিক এককের উদাহরণ? [BB'21] [Ans: a]
(a) সরণের একক (b) বেগের একক
(c) ত্বরণের একক (d) বলের একক

05. বৃত্তাকার স্কেলের পূর্ণ ঘূর্ণন সংখ্যা M, বৃত্তাকার স্কেলের অতিরিক্ত ভাগ সংখ্যা N এবং লঘিষ্ঠ গণন L_c হলে, স্ক্রু গজের সাহায্যে h নির্ণয়ের সূত্র কোনটি? [DB'19]
(a) $h = M + L_c$ (b) $h = M \times N + L_C$
(c) $h = M \times$ পিচ $+ L_c$ (d) $h = M \times$ পিচ $+ N \times L_c$
সমাধান: (d); $h = M \times$ পিচ $+ N \times L_c$

06. প্রকৃত মান ও পরিমাপ্য মানের পার্থক্যকে কোন ত্রুটি বলে? [DB'19][Ans: a]
(a) পরম ত্রুটি (b) সামগ্রিক ত্রুটি
(c) আপেক্ষিক ত্রুটি (d) পুনরাবৃত্তিক ত্রুটি

07. একটি স্ক্রুগজের লঘিষ্ঠ ধ্রুবকের মান 0.01 mm। এটি দ্বারা ন্যূনতম কত বেধ মাপা যাবে? [RB'19][Ans: c]
(a) 1 mm (b) 0.10 mm
(c) 0.01 mm (d) 0.001 mm

08. সরল দোলকের সাহায্যে কোনো স্থানে g-এর মান পাওয়া গেল $10\ ms^{-2}$। ওই স্থানে g-এর প্রকৃত মান $9.81\ ms^{-2}$ হলে, পরিমাপের শতকরা ত্রুটি কত? [RB'19]
(a) 19.36% (b) 19% (c) 1.93% (d) 0.193%
সমাধান: (c); শতকরা ত্রুটি $= \frac{|10-9.81|}{9.81} \times 100\% = 1.93\%$

09. কোয়ান্টাম তত্ত্বের জনক কে? [Ctg.B'19][Ans: c]
(a) টমাস ইয়ং (b) আর্নেস্ট রাদারফোর্ড
(c) ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক (d) আলবার্ট আইনস্টাইন

10. বেগের মাত্রা কোনটি? [Ctg.B'19][Ans: a]
(a) LT^{-1} (b) $L^{-1}T$ (c) L^2T (d) L^2T^{-1}

11. নিচের কোনটি লব্ধ রাশি? [Ctg.B'19; SB'19][Ans: a]
(a) কম্পাঙ্ক (b) ভর (c) সময় (d) তাপমাত্রা

12. কোনটি পর্যবেক্ষণমূলক ত্রুটি? [BB'19; JB'19; Din.B'19][Ans: c]
(a) পিছট ত্রুটি (b) লেভেল ত্রুটি
(c) লম্বন ত্রুটি (d) এলোমেলো ত্রুটি

13. বল ধ্রুবক-এর মাত্রা কোনটি? [JB'19][Ans: c]
(a) $[MLT^{-2}]$ (b) $[M^2LT^{-1}]$
(c) $[MT^{-2}]$ (d) $[ML^2T^2]$

14. সর্বাপেক্ষা ছোট একক কোনটি? [CB'19][Ans: d]
(a) মিলি মাইক্রোন (b) এ্যাংস্ট্রম
(c) এক্স-রে ইউনিট (d) অ্যাটো-মিটার

15. একটি বৃত্তের পরিমাপ্য ব্যাসার্ধ $(5 \pm 2\%)$cm হলে, ক্ষেত্রফল পরিমাপে শতকরা ত্রুটি কত? [CB'19]
(a) 0.8% (b) 0.5% (c) 0.4% (d) 0.2%
সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); $r = (5 + 2\%)$ cm $\frac{\Delta A}{A} = 2\frac{\Delta \pi}{\pi} = 2 \times 2\% = 4\%$

16. শক্তির মাত্রা হলো- [Din.B'19][Ans: d]
(a) MLT^{-2} (b) $ML^{-2}T^2$
(c) $ML^{-2}T$ (d) ML^2T^{-2}

17. স্ক্রু গজের লঘিষ্ঠ ধ্রুবকের মান 0.02mm হলে, নিচের কোন বেধটি নির্ভুলভাবে মাপা যাবে? [All B'18]
(a) 0.005 mm (b) 0.001 mm
(c) 0.01 mm (d) 0.03 mm
সমাধান: (d); only 0.03mm > 0.02mm

18. পাখির উড়া পর্যবেক্ষণ করে উড়োজাহাজের মডেল তৈরি করেন কে? [DB'17][Ans. c]
(a) রবার্ট হুক (b) রজার বেকন
(c) লিওনার্দো দ্য ভিঞ্চি (d) আইজ্যাক নিউটন

19. কোনো গোলীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় করার জন্য কোন সমীকরণটি ব্যবহৃত হয়? [RB'17; Ctg.B'17][Ans. c]
(a) $R = \frac{d^2}{6} + \frac{h}{2}$ (b) $R = \frac{d^2}{2} + \frac{h}{6}$
(c) $R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}$ (d) $R = \frac{d^2}{12} + \frac{h}{2}$

20. চাপ একটি যৌগিক রাশি। এর এস. আই একক হচ্ছে– [RB'17][Ans. a]
(i) প্যাসকেল (ii) নিউটন/মিটার² (iii) ডাইন/সেমি²
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

21. নিচের কোনটি দৈর্ঘ্যের S.I একক? [SB'17][Ans.c]
(a) সেন্টিমিটার (b) মাইল (c) মিটার (d) ফুট

22. কোনো গোলকের ব্যাসার্ধের প্রকৃত মান 3 cm এবং পরিমাপ্য মান 2.98cm । গোলকটির আয়তন পরিমাপে শতকরা ত্রুটি কত? [BB'17]
(a) 0.02% (b) 0.066%
(c) 0.66% (d) 2%
সমাধান: (d); $\frac{\Delta V}{V} = \frac{3\Delta r}{r} = 3 \times \frac{0.02}{3} = 0.02 = 2\%$

23. লেভেল ত্রুটি কোন যন্ত্রের পরিমাপের জন্য প্রযোজ্য? [JB'17][Ans. c]
(a) স্ক্রুগজ (b) মিটার স্কেল
(c) উদস্থিতি নিক্তি (d) স্ফেরোমিটার

24. পরিমাপের যথার্থতা কার সাথে সম্পর্কিত? [JB'17][Ans. a]
(i) ত্রুটির (ii) যন্ত্রের (iii) ভুলের
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোন বস্তুর ভর $(100kg \pm 2\%)$ এবং আয়তন $(100m^3 \pm 3\%)$

25. ঐ বস্তুটির ঘনত্বের শতকরা ত্রুটি কত? [JB'17]
(a) 10 (b) 5 (c) 0.5 (d) 0.1
সমাধান: (b); $\rho = \frac{m}{V}$
$\frac{\delta\rho}{\rho} = \frac{\delta m}{m} + \frac{\delta V}{V} = \frac{2}{100} + \frac{3}{100} = \frac{5}{100} = 5\%$

26. ঐ বস্তুটির ঘনত্বের পরম ত্রুটির সঠিক মান কোনটি? [JB'17]
(a) $5kgm^{-3}$ (b) $5gm^{-3}$
(c) $0.05kgm^{-3}$ (d) $0.5\ kgft^{-3}$
সমাধান: (c); $\delta\rho = \rho \times 5\%$; $\rho = 1\frac{kg}{m^3}$
$\therefore \delta\rho = 0.05\ kgm^{-3}$

27. নিচের কোনটির একক অন্য তিনটির একক হতে ভিন্ন? [CB'17]
(a) ঘনত্ব × আয়তন × বেগ
(b) ভরবেগের পরিবর্তনের হার
(c) ইয়ং এর স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক × ক্ষেত্রফল
(d) ভর × অভিকর্ষজ ত্বরণ
সমাধান: (a); (a) → ভরবেগ, বাকিগুলো → বল

28. একটি গোলকের ব্যাসার্ধ $R = (10 \pm 0.1)$cm হলে, এর আয়তনের শতকরা ত্রুটি কত ? [Din.B'17]
(a) 1% (b) 2% (c) 3% (d) 4%
সমাধান: (c); $\frac{\Delta V}{V} = 3\frac{\Delta r}{r} = 3 \times \frac{0.1}{10} = 0.03 = 3\%$

29. মৌলিক রাশি হলো– [Din.B'17][Ans. d]
(i) তড়িৎ প্রবাহমাত্রা (ii) পদার্থের পরিমাণ
(iii) দীপন তীব্রতা
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

MCQ: বিভিন্ন লেখকের মূল বইয়ের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও সমাধান

প্রফেসর মোহাম্মদ ইস্হাক স্যার

01. স্বতঃসিদ্ধ বা স্বীকার্য কী? [Ans. b]
(a) গাণিতিক যুক্তি (b) কোনো ধারণা বা তত্ত্ব
(c) বৈজ্ঞানিক পরীক্ষায় প্রমাণিত
(d) পরীক্ষণের সার-সংক্ষেপ

02. তত্ত্ব কী বিষয়ের উপর ভিত্তি করে গড়ে উঠে? [Ans. b]
(a) নীতি (b) অনুকল্প
(c) অনুমিতি (d) পদ্ধতি
সমাধান: (b); অনুকল্প + নিয়ম = তত্ত্ব। তাই তত্ত্ব হলো অনুকল্পের তত্ত্ব।

03. "পরমাণুর সমস্ত ধন আধান এবং ভর এর কেন্দ্রে অবস্থিত।" — এই তত্ত্ব কে উপস্থাপন করেন?
(a) রাদারফোর্ড (b) গ্যালিলিও
(c) আইনস্টাইন (d) ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক
সমাধান: (a); রাদারফোর্ড নিউক্লিয়াস আবিষ্কার করেন।

04. তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ তত্ত্ব আবিষ্কার করেন—
(a) রাদারফোর্ড (b) নিউটন
(c) ম্যাক্সওয়েল (d) আইনস্টাইন
সমাধান: (c);

তত্ত্ব	আবিষ্কারক
তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ তত্ত্ব	ম্যাক্সওয়েল
তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ	ফ্যারাডে
আলোর তরঙ্গ তত্ত্ব	হাইগেনস
আলোর কণিকা তত্ত্ব	নিউটন
আলোক তড়িৎ ক্রিয়া	আইনস্টাইন
কোয়ান্টাম তত্ত্ব	ম্যাক্স প্লাঙ্ক
কোয়ান্টাম তত্ত্ব সম্প্রসারিত	আইনস্টাইন

05. নিম্নলিখিত কোন বিজ্ঞানী কোয়ান্টাম তত্ত্বের ধারণাকে সম্প্রসারিত করেন?
(a) মাইকেল ফ্যারাডে (b) আলবার্ট আইনস্টাইন
(c) ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক (d) নিউটন
সমাধান: (b); ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক কোয়ান্টাম তত্ত্বের আবিষ্কারক। আলবার্ট আইনস্টাইন কোয়ান্টাম তত্ত্ব সম্প্রসারিত করেন।

06. কোন বিজ্ঞানী ক্যালকুলাস আবিষ্কার করেন?
(a) আইনস্টাইন (b) গ্যালিলিও
(c) টমাস ইয়ং (d) নিউটন
সমাধান: (d); নিউটন-
(i) আলোকবিদ্যা ও গণিতে উৎকর্ষ সাধন করেন।
(ii) মহাকর্ষীয় সূত্র ও ক্যালকুলাস আবিষ্কার করেন।
(iii) বলবিদ্যা এবং লেন্সের সূত্রের প্রবর্তক।
(iv) প্রতিফলক টেলিস্কোপ-এর আবিষ্কারক।
(v) ১৭০৪ সালে অপটিকস নামক বইটি লিখেন।

07. "ভর ও শক্তি সমতুল্য" — কোন বিজ্ঞানীর অভিমত?
(a) নিউটন (b) গ্যালিলিও
(c) আইনস্টাইন (d) ফ্যারাডে
সমাধান: (c); আলবার্ট আইনস্টাইন আপেক্ষিকতার বিশেষ তত্ত্ব, ব্রাউনীয় গতি, আলোক তড়িৎ ক্রিয়া, শক্তি ও জড়তার সূত্র ইত্যাদি জগৎ বিখ্যাত সূত্রের আবিষ্কারক।

08. "কোনো বস্তু হতে শক্তির বিকিরণ নিরবচ্ছিন্নভাবে ঘটে না" — এই তত্ত্বের প্রবক্তা কে?
(a) লর্ড রাদারফোর্ড (b) আলবার্ট আইনস্টাইন
(c) ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক (d) মাইকেল ফ্যারাডে
সমাধান: (c); এটি ম্যাক্স প্ল্যাঙ্কের কোয়ান্টাম তত্ত্ব
$\therefore \Delta E = h\nu$।

09. পুনরাবৃত্তিক ত্রুটি কোনটি?
(a) স্ক্রু গজের শূন্য ত্রুটি (b) দৃষ্টিভ্রম ত্রুটি
(c) অনিয়মিত ত্রুটি (d) সামগ্রিক ত্রুটি
সমাধান: (a); পুনরাবৃত্তিক বা নিয়মিত ত্রুটির উদাহরণ: মিটার ব্রিজের প্রান্তিক ত্রুটি, পোটেনশিওমিটারের প্রান্তিক ত্রুটি, স্ক্রুগজের শূন্য ত্রুটি।

10. যদি v = দ্রুতি, r = ব্যাসার্ধ এবং g = অভিকর্ষজ ত্বরণ হয়, তাহলে নিম্নের কোন রাশিটি মাত্রাহীন?
(a) $\frac{v^2r}{g}$ (b) $\frac{v^2g}{r}$ (c) v^2rg (d) $\frac{v^2}{rg}$
সমাধান: (d); $\frac{v^2}{rg} = \frac{(LT^{-1})^2}{L.LT^{-2}} = \frac{L^2T^{-2}}{L^2T^{-2}} = 1$.

11. একটি গোলকের পরিমাপ্য ব্যাসার্ধ (2.5 ± 0.2)cm হলে এর আয়তন পরিমাপের শতকরা ত্রুটি কত?
(a) 0.08% (b) 0.24% (c) 8% (d) 24%
সমাধান: (d); গোলকের আয়তন, $V = \frac{4}{3}\pi r^3$। শতকরা ত্রুটি $= 3\frac{\Delta r}{r} \times 100\% = 3 \times \frac{0.2}{2.5} \times 100\% = 24\%$.

12. একটি আদর্শ বা যুক্তিপূর্ণ আচরণ ভিত্তি যার সাপেক্ষে অন্যান্য বিষয় তুলনা, বিচার বিশ্লেষণ ও পরিমাপ করা হয় তাকে কী বলে? **[Ans. b]**
(a) সূত্র (b) নীতি (c) অনুকল্প (d) স্বীকার্য

13. আলোকবর্ষ কিসের একক?
(a) সময় (b) দূরত্ব (c) ত্বরণ (d) বেগ
সমাধান: (b); 1 আলোকবর্ষ = এক বছরে আলোর অতিক্রান্ত দূরত্ব $= 9.42 \times 10^{12}$ km $= 9.42 \times 10^{15}$m.

14. পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত অনুকল্পকে বলে—
(a) নীতি (b) স্বীকার্য (c) সূত্র (d) তত্ত্ব
সমাধান: (d); কোনো কিছু ব্যাখ্যার জন্য যে আনুষ্ঠানিক চিন্তাধারা তাকে অনুকল্প বলে।

15. কোন দুটি ভৌত জগতের উপাদান?
(a) সময় ও ত্বরণ (b) ভর ও স্থান
(c) স্থান ও বেগ (d) ভর ও তাপমাত্রা
সমাধান: (b); ভৌত জগতের উপাদান:- ভর, স্থান, কাল, সময়। মানুষ ভৌতজগতের মাত্র 4% জানতে পেরেছে।

16. পরিমাপে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক উভয় প্রকার ত্রুটি হয় কোন কারণে? **[Ans. a]**
(a) যন্ত্রের (b) পরিবেশগত
(c) তত্ত্বীয় (d) ব্যক্তিগত

17. $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ সমীকরণে r- এর মান পরিমাপে যদি 2% ত্রুটি হয়, তবে V নির্ণয়ে ত্রুটি হবে—
(a) 1% (b) 2% (c) 4% (d) 6%
সমাধান: (d); $100 - \left(\frac{98}{100}\right)^3 \times 100 \approx 6\%$.
Shortcut: নির্ণেয় শতকরা ত্রুটি = 3 × ব্যাসার্ধের ত্রুটি $= 3 \times 2\% = 6\%$।

18. কোনটি মৌলিক রাশি নয়?
(a) তড়িৎ বিভব (b) তাপমাত্রা
(c) দীপন তীব্রতা (d) পদার্থের পরিমাপ
সমাধান: (a); মৌলিক রাশি: দৈর্ঘ্য, ভর, সময়, তাপমাত্রা, বিদ্যুৎ প্রবাহ, কোণ, দীপন মাত্রা, পদার্থের পরিমাণ।

19. নিচের কোনটি 1 GHz ও 1MHz- এর অনুপাতের সমান?
(a) 10^9 (b) 10^6 (c) 10^3 (d) 10^{-3}
সমাধান: (c); 1 GHz $= 10^9$Hz; 1MHz $= 10^6$Hz.

20. ফোটন কণিকার শক্তি $E = h\upsilon$, যেখানে υ = কম্পাঙ্ক এবং h = প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবক। h- এর মাত্রা কোন রাশিটির মাত্রার সমান?
(a) রৈখিক ঘাত (b) রৈখিক ভরবেগ
(c) ত্বরণ (d) কৌণিক ভরবেগ
সমাধান: (d); h- এর মাত্রা সমীকরণ- $[ML^2T^{-1}]$। কৌণিক ভরবেগ, $mvr = \frac{nh}{2\pi} \Rightarrow mvr =$ কৌণিক ভরবেগের মান। এবং কৌণিক ভরবেগের মাত্রা = $[ML^2T^{-2}]$

21. কোনো কিছু ব্যাখ্যার জন্য যে আনুষ্ঠানিক চিন্তাধারা তাকে বলে- **[Ans. c]**
(a) স্বীকার্য (b) তত্ত্ব (c) অনুকল্প (d) সূত্র

22. নিক্তির সাহায্যে ভর পরিমাপে কোন ত্রুটি পরিহার করা যায়?
(a) পিছট ত্রুটি (b) লেভেল ত্রুটি
(c) শূন্য ত্রুটি (d) পর্যবেক্ষণ ত্রুটি
সমাধান: (b); লেভেল ত্রুটি: নিক্তি, বিক্ষেপ চৌম্বকমান যন্ত্র, ট্যানজেন্ট গ্যালভানোমিটার।

23. নিচের কোন ত্রুটি শুধু স্ক্রু জাতীয় যন্ত্রে থাকে? **[Ans. c]**
(a) ব্যক্তিগত ত্রুটি (b) নিয়মিত ত্রুটি
(c) পিছট ত্রুটি (d) লেভেল ত্রুটি

24. ১ ফেমটোমিটার–
(a) 10^{-18} m (b) 10^{-15} m
(c) 10^{-12} m (d) 10^{-9} m
সমাধান: (b);

	উপসর্গ	এককের কত গুণ
এককের উপগুণিতক	ডেসি (Deci)	10^{-1} (দশাংশ)
	সেন্টি (Centi)	10^{-2} (শতাংশ)
	মিলি (Mili)	10^{-3} (সহস্রাংশ)
	মাইক্রো (Micro)	10^{-6} (নিযুতাংশ)
	ন্যানো (Nano)	10^{-9} অংশ
	পিকো (Pico)	10^{-12} অংশ
	ফেমটো (Femto)	10^{-15} অংশ
	অ্যাটো (Ato)	10^{-18} অংশ
এককের গুণিতক	ডেকা (Deca)	10^{1} (দশ গুণ)
	হেকটো (Hecto)	10^{2} (শত গুণ)
	কিলো (Kilo)	10^{3} (হাজার গুণ)
	মিরিয়া (Myria)	10^{4} (দশ হাজার গুণ)
	মেগা (Mega)	10^{6} (দশ লক্ষ গুণ)
	গিগা (Giga)	10^{9} গুণ
	টেরা (Tera)	10^{12} গুণ
	পেটা (Peta)	10^{15} গুণ
	এক্সা (Exa)	10^{18} গুণ

25. পদার্থের পরিমাপের এস.আই. একক হলো- **[Ans. c]**
(a) অ্যাম্পিয়ার (b) ক্যান্ডেলা
(c) মোল (d) কিলোগ্রাম

26. আপেক্ষিক ত্রুটি ও শতকরা ত্রুটির মধ্যে সম্পর্ক-
(a) শতকরা ত্রুটি = আপেক্ষিক ত্রুটি × 100
(b) শতকরা ত্রুটি = আপেক্ষিক ত্রুটি × 100%
(c) আপেক্ষিক ত্রুটি = শতকরা ত্রুটি × 100
(d) আপেক্ষিক ত্রুটি = শতকরা ত্রুটি × 100%
সমাধান: (b); শতকরা ত্রুটি = আপেক্ষিক ত্রুটি × 100% $= \frac{\Delta x}{x} \times 100\%$.

27. তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল নির্ণয়ের সূত্র কোনটি? **[Ans. c]**
(a) $A = \pi\left(\frac{r}{2}\right)^2 m^2$ (b) $A = \pi\frac{r^2}{2}m^2$
(c) $A = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 m^2$ (d) $A = \pi\frac{d^2}{2}m^2$

28. গোলকের আয়তন নির্ণয়ের সূত্র হলো- **[Ans. c]**
(a) $\frac{1}{6}\pi r^3$ (b) $\frac{4}{3}\pi d^3$ (c) $\frac{1}{6}\pi d^3$ (d) $\frac{3}{4}\pi r^3$

29. $y = A\sin(\omega t - kx)$ সমীকরণটিতে ω- এর মাত্রা হলো-
(a) M^0LT (b) $M^0L^0T^{-1}$ (c) M^0L^{-1} (d) M^0LT^{-1}
সমাধান: (b); $\omega = \frac{v}{r} = \frac{MT^{-1}}{M} = T^{-1} = M^0L^0T^{-1}$.

30. পদার্থবিজ্ঞানের ভিত্তির সাধারণ সূত্রগুলোকে কী বলা হয়? **[Ans. a]**
(a) নীতি (b) ধারণা
(c) অনুমিতি (d) স্বীকার্য

31. পর্যবেক্ষণ ও পরীক্ষার মাধ্যমেই বিজ্ঞানের সব সত্য যাচাই করা উচিত- মতবাদটি কোন বিজ্ঞানীর?
(a) থেলিস (b) রজার বেকন
(c) গ্যালিলিও (d) নিউটন
সমাধান: (c);
থেলিস- সূযগ্রহণ সম্পর্কিত ভবিষ্যদ্বাণীর জন্য বিখ্যাত।
রজার বেকন- পরীক্ষামূলক বৈজ্ঞানিক পদ্ধতির প্রবক্তা।

32. সাধারণভাবে কোনো নির্দিষ্ট শর্তে সব সময় কী ঘটবে তার বর্ণনাকে কী বলে?
(a) নীতি (b) সূত্র (c) ধারণা (d) অনুকল্প
সমাধান: (b); নীতি: যে সকল প্রাকৃতিক সত্য সরাসরি স্পষ্টভাবে প্রমাণ করা যায়।
ধারণা বা প্রত্যয়: ধারণা হলো কোনো ভাবনা বা চিন্তাধারা বা কোনো সাধারণ অভিমত।
অনুকল্প: বিজ্ঞানীরা তাঁদের পর্যবেক্ষণকৃত ঘটনার কারণ সম্বন্ধে ব্যাখ্যা প্রদানের জন্য অনেক সময় পূর্বে আবিষ্কৃত প্রাকৃতিক নিয়মের সাথে সামঞ্জস্য রেখে কিছু অনুমান করেন। এই অনুমানগুলোকে বলা হয় অনুকল্প।

33. এককের সঠিক ক্রম কোনটি?

(a) পারসেক > মেগামিটার > এ্যাংস্ট্রম > আলোক বছর

(b) আলোক বছর > পারসেক > মেগামিটার > এ্যাংস্ট্রম

(c) পারসেক > আলোক বছর > মেগামিটার > এ্যাংস্ট্রম

(d) এ্যাংস্ট্রম > পারসেক > মেগামিটার > আলোক বছর

সমাধান: (c); $1\ pc = 3.083 \times 10^{16} m$

$1\ ly = 9.46 \times 10^{15} m$; $1\ Mm = 10^6 m$

$1\ Å = 10^{-10} m$.

34. কোনো কিছু সম্পর্কে সঠিক উপলব্ধি বা বোধগম্যতাকে কী বলে?

(a) ধারণা (b) সূত্র (c) নীতি (d) তত্ত্ব

সমাধান: (b); **ধারণা বা প্রত্যয় (Concept):** কোনো কিছু সম্পর্কে সঠিক উপলব্ধি বা বোধগম্যতা।

সূত্র (Law): যখন কোনো তত্ত্ব অনেক পরীক্ষা-নিরীক্ষার সাহায্যে প্রমাণিত হয়।

নীতি (Principle): যে সকল প্রাকৃতিক সত্য সরাসরি স্পষ্টভাবে প্রমাণ করা যায় এবং ঐ সত্যের সাহায্যে অনেক প্রাকৃতিক ঘটনাকে প্রমাণ করা যায়, তাকে নীতি বলে।

তত্ত্ব (Theory): পরীক্ষা-নিরীক্ষার দ্বারা প্রমাণিত অনুকল্পকে তত্ত্ব বলে।

35. একটি ফোটনের শক্তি E ও কম্পাঙ্ক υ-এর মধ্যে সম্পর্ক হলো $E = h\upsilon$, h-এর মাত্রা কোনটি?

(a) ML^2T^{-1} (b) ML^2T^{-2} (c) ML^2T (d) ML^2T^2

সমাধান: (a); $E = W = F.s = ma.s$

$\therefore [E] = MLT^{-2}.L = ML^2T^{-2}$; $[v] = T^{-1}$

$\therefore h = \frac{E}{v} = ML^2T^{-2}.T = ML^2T^{-1}$.

36. যদি L,C ও R যথাক্রমে স্বকীয় আবেশাঙ্ক, ধারকত্ব ও রোধ সূচিত করে, তবে কম্পাঙ্কের মাত্রা যে রাশিটির মাত্রা সূচিত হবে তা হলো- [Ans. c]

(a) RL (b) CL (c) $\frac{1}{\sqrt{LC}}$ (d) RC

37. একটি স্লাইড ক্যালিপার্সের ভার্নিয়ার স্কেলের n ভাগ মূল স্কেলের $(n-1)$ ভাগের সাথে মিলে যায়। মূল স্কেলে 1 ভাগের মান 1 mm। যন্ত্রের ভার্নিয়ার ধ্রুবক কত?

(a) x cm (b) $(n-1)$ cm

(c) $\frac{1}{n+1}$ cm (d) $\frac{1}{10\,n}$ cm

সমাধান: (d); আমরা জানি,

$v_c = \frac{s}{n} = \frac{1mm}{n} = \frac{1}{n} mm = \frac{1}{10n} cm$.

38. পিকো (p) কোনটি? [Ans. d]

(a) 10^{12} (b) 10^9 (c) 10^{-9} (d) 10^{-12}

39. একজন ছাত্রকে 1.5×10^{-2} মাপের একটি ঘনক দেওয়া হলো। ওই ঘনকের আয়তন হবে- [Ans. c]

(a) 9.375×10^{-6} (b) 6.25×10^{-4}

(c) 3.375×10^{-6} (d) 1.755×10^{-6}

40. একটি তারের প্রবাহমাত্রা (2.5 ± 0.5)A এবং দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য (40 ± 1)V। তারটির রোধ-

(a) $(16 \pm 1.0)\Omega$ (b) $(16 \pm 3.6)\Omega$

(c) $(16 \pm 3)\Omega$ (d) $(16 \pm 0.5)\Omega$

সমাধান: (b); $R = \frac{V}{I} = \frac{40}{2.5}\Omega = 16\Omega$

$\therefore \frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta I}{I} \Rightarrow \frac{\Delta R}{16} = \frac{1}{40} + \frac{0.5}{2.5}$

$\Rightarrow \Delta R = \left(\frac{2}{5} + \frac{16}{5}\right) = 3.6\Omega$

$\therefore$ তারটির রোধ $= (R + \Delta R) = (16 \pm 3.6)\Omega$

41. একটি সিলিন্ডারের দৈর্ঘ্য $\frac{7}{22}$ মিটার। যদি উহার আয়তন $4\ m^3$ হয়, তাহলে উহার ব্যাস কত হবে?

(a) 1 m (b) 4 m (c) $\frac{22}{7}$ m (d) 2 m

সমাধান: (b); $4 = \pi r^2 h \Rightarrow 4 = \frac{22}{7} \times r^2 \times \frac{7}{22} = r^2$

$\Rightarrow r = 2 \therefore$ ব্যাস $= 2r = 2 \times 2 = 4$ m.

42. একটি লোহার গোলককে উত্তপ্ত করলে সর্বাপেক্ষা বেশি শতকরা পরিবর্তন দেখা যাবে- [Ans. c]

(a) ব্যাসার্ধে (b) ক্ষেত্রফলে

(c) আয়তনে (d) কোনোটিই নয়

43. কোন দুটি রাশির মাত্রা একই হবে? [Ans. c]

(a) ভরবেগ ও পীড়ন (b) বলের ভ্রামক ও চাপ

(c) টর্ক ও কাজ (d) বল এবং টর্ক

44. নিচের কোন রাশি দুটির মাত্রা একই নয়? [Ans. c]

(a) পীড়ন ও চাপ

(b) কোণ ও বিকৃতি

(c) টান ও পৃষ্ঠটান

(d) প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক ও কৌণিক ভরবেগ

45. বল ও সরণ উভয়ের একক দ্বিগুণ করলে গতিশক্তির একক কতগুণ হবে? [Ans. c]

(a) $\frac{1}{2}$ (b) 2 (c) 4 (d) 8

46. C.G.S একক বোলজম্যান ধ্রুবকের মান S.I. এককের মান অপেক্ষা কতগুণ বেশি?

(a) 10^{-7} (b) 10^7 (c) 10^{-5} (d) 10^5

সমাধান: (b); SI একক = JK^{-1}

C. G. S একক = $ergK^{-1}$

$1\ J = 10^7$ erg

ড. শাহজাহান তপন স্যার

01. নিচের কোনটি মৌলিক একক? [Ans. b]
(a) N (b) K (c) J (d) W

02. একটি স্ফেরোমিটারের বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা 50। বৃত্তাকার স্কেলটি একবার ঘুরালে এটি রৈখিক স্কেল বরাবর 1 mm দূরত্ব অতিক্রম করে। স্ফেরোমিটারটির লঘিষ্ঠ গণন হবে–
(a) 0.2 cm (b) 0.02 cm
(c) 0.002 cm (d) 0.0002 cm
সমাধান: (c); লঘিষ্ঠ গণন $= \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{ভাগসংখ্যা}} = \frac{0.1}{50} = 0.002$ cm.

03. এক পারসেক কত আলোক বর্ষের সমান?
(a) 3.26 (b) 3.36 (c) 3.46 (d) 3.56
সমাধান: (a); 1pc = 3.26 ly
$= 3.083 \times 10^{16}$m = 206265 au

04. একটি সূক্ষ্ম তারের ব্যাস কোন যন্ত্রটি দিয়ে পরিমাপ করবে?
(a) স্লাইড ক্যালিপার্স (b) স্ক্রুগজ
(c) স্ফেরোমিটার (d) সব কয়টি দ্বারা
সমাধান: (b);

স্ক্রুগজ	তারের ব্যাস, পাতলা পাতের বেধ
স্লাইড ক্যালিপার্স	পাতের দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, পুরুত্ব মাত্রা
স্ফেরোমিটার	পাতলা পাতের পুরুত্ব, বক্রতার ব্যাসার্ধ

05. স্লাইড ক্যালিপার্স দ্বারা ন্যূনতম কত দূরত্ব মাপা যায়? [Ans. d]
(a) 1 mm (b) 0.01 mm
(c) 0.1 mm (d) ভার্নিয়ার ধ্রুবক

06. মাইক্রোওয়েভ উৎপন্নের যন্ত্র নিয়ে কাজ করার সময় পকেটের চকলেট গলে যেতে দেখে মাইক্রোওয়েভ ওভেন তৈরির কথা ভাবেন কে? [Ans. c]
(a) ম্যাক্সওয়েল (b) মাইকেল ফ্যারাডে
(c) পার্সি স্পেনসার (d) ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক

07. নিউটনীয় বা চিরায়ত বলবিদ্যার অপরিবর্তনীয় রাশি নয় কোনটি?
(a) স্থান (b) কাল বা সময়
(c) বেগ বা দ্রুতি (d) ভর
সমাধান: (c); চিরায়ত বলবিদ্যায় স্থান, কাল, ভর ধ্রুবক ধরা হয়। যদিও আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুযায়ী কোন কিছুই ধ্রুবক নয়। সব আপেক্ষিক।

08. একটি স্লাইড ক্যালিপার্সের মূল স্কেলের 99 ভাগ ভার্নিয়ার স্কেলের 100 ভাগের সমান। ভার্নিয়ার ধ্রুবকের মান কত?
(a) 0.01 (b) 0.1 (c) 0.001 (d) 0.0001
সমাধান: (a); প্রধান স্কেলের 1 ভাগ = ভার্নিয়ার স্কেলের $\frac{100}{99}$ ভাগ = 1.01 ভাগ। ∴ ভার্নিয়ার ধ্রুবক
$= 1.01 - 1 = 0.01$.

09. পাতলা পাতের পুরুত্ব এবং বক্রতলের ব্যাসার্ধ পরিমাপের যন্ত্রের নাম কী? [Ans. a]
(a) স্ফেরোমিটার (b) স্লাইড ক্যালিপার্স
(c) স্ক্রুগজ (d) ভার্নিয়ার স্কেল

10. সূর্যের রশ্মি কেন্দ্রীভূত করে আগুন জ্বালানোর কৌশল জানতেন কোন বিজ্ঞানী? [Ans. b]
(a) থমাস ইয়ং (b) আর্কিমিডিস
(c) গ্যালিলিও (d) ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক

11. স্ক্রুগজ দ্বারা ন্যূনতম কত দূরত্ব মাপা যাবে? [Ans. d]
(a) 1mm (b) 0.01mm
(c) 0.1mm (d) যন্ত্রের লঘিষ্ঠ গণন

12. এক্সা (যার সংকেত E) এককের কত গুণ? [Ans. d]
(a) 10^9 (b) 10^{12} (c) 10^{15} (d) 10^{18}

13. এক টেরামিটার সমান কত? [Ans. b]
(a) 10^9 m (b) 10^{12} m (c) 10^{15} m (d) 10^{18} m

14. সনাতনী বলবিদ্যায় কোন দুটিকে ধ্রুব ধরা হয়? [Ans. a]
(a) স্থান ও কাল (b) স্থান ও দ্রুতি
(c) দ্রুতি ও কাল (d) স্থান ও ত্বরণ

15. নিক্তি আনুভূমিক না থাকলে যে ত্রুটি হয় তাকে___বলে।
(a) শূন্য ত্রুটি (b) লম্বন ত্রুটি
(c) লেভেল ত্রুটি (d) পিছট ত্রুটি
সমাধান: (c); নিক্তি, চৌম্বক মাপন যন্ত্র, গ্যালভানোমিটারে লেভেল ত্রুটি দেখা যায়।

16. পর্যবেক্ষকের দৃষ্টির দিকের পরিবর্তনের কারণে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থানের আপাত পরিবর্তন হওয়ার কারণে পরিমাপে যে ত্রুটি হয় তাকে কী বলে? [Ans. b]
(a) ব্যক্তিগত ত্রুটি (b) লম্বন ত্রুটি
(c) সূচক ত্রুটি (d) এলোমেলো ত্রুটি

17. এক ইঞ্চি সমান নিচের কোনটি?
(a) 2.54×10^4 মাইক্রোন (b) 2.54×10^5 মাইক্রোন
(c) 2.54×10^{-4} cm (d) কোনোটিই নয়
সমাধান: (a) ; 1 ইঞ্চি = $2.54 \times 10^4 \mu$
$= 2.54 \times 10^{-2}$m = 2.54 cm

18. স্ক্রু ক্ষয় হওয়ার ফলে যন্ত্রে যে ত্রুটির উদ্ভব হয় তাকে কী বলে? [Ans. c]
(a) লম্বন ত্রুটি (b) সূচক ত্রুটি
(c) পিছট ত্রুটি (d) লেভেল ত্রুটি

19. একটি ভার্নিয়ার স্কেলের প্রধান স্কেলে ক্ষুদ্রতম এক ঘর এবং ভার্নিয়ার স্কেলের এক ঘরের দৈর্ঘ্যের পার্থক্যকে কী বলে? [Ans. c]
(a) লঘিষ্ঠ গণন (b) পিচ
(c) ভার্নিয়ার ধ্রুবক (d) খণ্ডাংশ

20. একটি স্ক্রুগজের বৃত্তাকার স্কেলকে সম্পূর্ণ একবার ঘুরালে রৈখিক স্কেল বরাবর যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে কী বলে? [Ans. a]
(a) পিচ (b) ভার্নিয়ার ধ্রুবক
(c) লঘিষ্ঠ গণন (d) খণ্ডাংশ

21. একটি স্ফেরোমিটারের বৃত্তাকার স্কেলটি সম্পূর্ণ একবার ঘুরালে এটি রৈখিক স্কেল বরাবর যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে কী বলে? [Ans. c]
(a) লঘিষ্ঠ গণন (b) ভার্নিয়ার ধ্রুবক
(c) পিচ (d) খণ্ডাংশ

22. স্ক্রুগজ বা স্ফেরোমিটারের লঘিষ্ঠ গণন হচ্ছে —
(a) $\frac{\text{বৃত্তাকার স্কেল ভাগসংখ্যা}}{\text{পিচ}}$
(b) বৃত্তাকার স্কেল ভাগসংখ্যা × পিচ
(c) $\frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেল ভাগসংখ্যা}}$
(d) পিচ + বৃত্তাকার স্কেল ভাগসংখ্যা

সমাধান: (c); লঘিষ্ঠ গণন = $\frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেল ভাগসংখ্যা}}$
= 0.001 cm.

23. $x = 3u^3$ হলে x নির্ণয়ের আনুপাতিক ত্রুটি কত? [Ans. b]
(a) $\frac{\Delta u}{u}$ (b) $\frac{3\Delta u}{u}$ (c) $\frac{(\Delta u)^3}{u}$ (d) $3\left(\frac{\Delta u}{u}\right)^3$

24. এক ন্যানোমিটার সমান কত মিটার? [Ans. d]
(a) 10^{-8} m (b) 10^{-7} m
(c) 10^{-14} m (d) 10^{-9} m

25. একটি গোলকের ব্যাসার্ধ পরিমাপে 1.5% ভুল হলে ঐ গোলকের আয়তন পরিমাপে শতকরা কত ভুল হবে?
(a) 1.5% (b) 4.5% (c) 3.375% (d) 3.0%
সমাধান: (b); আয়তন পরিমাপে ভুল
$= (1.5 \times 3)\% = 4.5\%$.

26. 1 Mpc =? [Ans. a]
(a) 3.084×10^{19} km (b) 3.84×10^{9} km
(c) 3.84×10^{19} km (d) 3.084×10^{9} km

27. সরলদোলকের সাহায্যে কোনো স্থানের g-এর মান পাওয়া গেলো $10\ ms^{-2}$। ঐ স্থানের g-এর প্রকৃত মান $9.81\ ms^{-2}$ হলে পরিমাপের শতকরা ত্রুটি কত?
(a) 19.63% (b) 19% (c) 1.93% (d) 0.193%
সমাধান: (c); শতকরা ত্রুটি = $\frac{10-9.81}{9.81} \times 100\%$
= 1.93%.

28. নিচের কোনটি মৌলিক একক? [Ans. b]
(a) coulomb (b) ampere
(c) volt (d) ohm

ড. তফাজ্জল হোসেন স্যার

01. পরমাণুর ধারণা সর্বপ্রথম কে প্রদান করেন?
(a) নিউটন (b) ডালটন
(c) ডেমোক্রিটাস (d) আর্কিমিডিস
সমাধান: (c); গ্রিক দার্শনিক ডেমোক্রিটাস ধারণা দেন যে পদার্থের অবিভাজ্য একক রয়েছে। তিনি এর নাম দেন Atom বা পরমাণু।

02. শক্তির একক কোনটি? [Ans. c]
(a) watt (b) newton
(c) watt-h (d) newton/m

03. আলো সম্পর্কিত সর্বশেষ মতবাদ কোনটি?
(a) কণা (b) তরঙ্গ
(c) কোয়ান্টাম (d) তাড়িত চৌম্বক
সমাধান: (c); আলোর বিভিন্ন তত্ত্বগুলো ক্রমানুযায়ী হলো—

নাম	আবিষ্কারক
(i) আলোর কণিকা তত্ত্ব	নিউটন
(ii) আলোর তরঙ্গ তত্ত্ব	হাইগেনস
(iii) তড়িৎ চুম্বকীয় তত্ত্ব	ম্যাক্সওয়েল
(iv) কোয়ান্টাম তত্ত্ব	ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক

04. 'Second' কী ধরনের একক? [Ans. d]
(a) কল্পিত (b) সরল (c) লব্ধ (d) মৌলিক

05. m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তুর মধ্যে মহাকর্ষীয় আকর্ষণ বল F এবং বস্তুদ্বয়ের দূরত্ব r হলে তাদের মধ্যে সম্পর্ক, $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$; G কে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলা হয়। G এর মাত্রা সমীকরণ হবে: [Ans. a]
(a) $[M^{-1}L^3T^{-2}]$ (b) $[M^{-1}L^3T^{-1}]$
(c) $[M^{-1}L^{-1}T^{-2}]$ (d) $[M^{-2}L^2T^{-2}]$

06. $[MLT^{-1}]$ যার মাত্রা সমীকরণ, তা হল – [Ans. b]
(a) ক্ষমতা (b) ভরবেগ (c) বল (d) দ্বন্দ্ব

07. ক্ষমতার মাত্রা সমীকরণ হল– [Ans. a]
(a) $[ML^2T^{-3}]$ (b) $[M^2LT^{-2}]$
(c) $[ML^2T^{-1}]$ (d) $[MLT^{-1}]$

08. কৌণিক ভরবেগের মাত্রা সমীকরণ হল– [Ans. b]
(a) $[ML^2T^{-2}]$ (b) $[ML^2T^{-1}]$
(c) $[MLT^{-1}]$(d) $[M^0L^2T^{-2}]$

09. কোনটি মৌলিক একক নয়? [Ans. b]
(a) ভর (b) বেগ (c) দৈর্ঘ্য (d) সময়

10. 1MeV এর সমতুল্য হল —
(a) 1.6×10^{-22} J (b) 1.6×10^{-19} J
(c) 1.6×10^{-16} J (d) 1.6×10^{-13} J
সমাধান: (d); $1\ eV = 1.6 \times 10^{-19}$ J
$1MeV = 1.6 \times 10^{-19} \times 10^6 = 1.6 \times 10^{-13}$ J

11. A ও B দুটি রাশির মাত্রা বা একক ভিন্ন হলে, নিচের কোন সম্পর্কটি গাণিতিকভাবে গ্রহণযোগ্য হবে? [Ans. a]
(a) $\frac{A}{B}$ (b) $A + B$ (c) $A - B$ (d) $A = B$

12. একটি অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণকে $y = A\sin(\omega t - kx)$ দ্বারা প্রকাশ করা যায়। সমীকরণে ω/k এর মাত্রা বা একক হবে-
(a) কম্পাঙ্ক (b) বেগ
(c) তরঙ্গদৈর্ঘ্য (d) বেগের বিপরীত
সমাধান: (b); ω এর একক $= s^{-1}$
k এর একক $= m^{-1}$; $\therefore \frac{\omega}{k} = \frac{s^{-1}}{m^{-1}} = ms^{-1}$ (বেগ)।

13. চাপের মাত্রা সমীকরণ হল – [Ans. b]
(a) $[MLT^{-2}]$ (b) $[ML^{-1}T^{-2}]$
(c) $[ML^2T^{-2}]$ (d) $[MLT^{-2}]$

14. নিচের কোন জোড়া রাশির মাত্রা একই? [Ans. b]
(a) বল ও কাজ (b) কাজ ও শক্তি
(c) বল ও টর্ক (d) কাজ ও ক্ষমতা

15. এক ন্যানো-মিটার হল – [Ans. c]
(a) 10^9cm (b) 10^{-6}cm
(c) 10^{-7}cm (d) 10^{-9}cm

16. CGS পদ্ধতিতে পানির ঘনত্ব $1gm/cm^3$ হলে SI পদ্ধতিতে পানির ঘনত্ব হবে –
(a) 10^{-3} kg/m^3 (b) 1 kg/m^3
(c) 10^3 kg/m^3 (d) 10^6 kg/m^3
সমাধান: (c); $\frac{1gm}{1cm^3} = \frac{10^{-3}kg}{(10^{-2})^3m^3} = \frac{10^{-3}}{10^{-6}} kgm^{-3}$
$= 10^3 kgm^{-3}$.

17. CGS পদ্ধতিতে চাপের পরিমাণ 10^6 dynes/cm^2 কে SI পদ্ধতিতে যে রূপে প্রকাশ করা যায় তা হল –
(a) 10^5 N/m^2 (b) 10^4 N/m^2
(c) 10^6 N/m^2 (d) 10^7 N/m^2
সমাধান: (a); $10^6.\frac{1dynes}{1\ cm^2} = 10^6.\frac{10^{-5}N}{(10^{-2})^2\ m^2}$
$= 10^6.\frac{10^{-5}}{10^{-4}} = 10^5 Nm^{-2}$.

18. নিচের কোন রাশিদ্বয় ভেক্টর রাশি?
(a) ত্বরণ, দ্রুতি (b) সরণ, বেগ
(c) ভর, সময় (d) ক্ষমতা, ওজন
সমাধান: (b); সময়, ভর, দ্রুতি, ক্ষমতা = স্কেলার রাশি। বেগ, সরণ,ওজন, ত্বরণ = ভেক্টর রাশি।

19. m দ্বারা ভর এবং c দ্বারা আলোর দ্রুতি প্রকাশ করা হলে mc^2 এর মাত্রা সমীকরণ হবে- [Ans. a]
(a) $[ML^2T^{-2}]$ (b) $[M^0L^2T^{-2}]$
(c) $[ML^{-3}T^{-2}]$ (d) $[MLT^{-1}]$

20. কোন সান্দ্র পদার্থের ভেতর দিয়ে V বেগে গতিশীল বস্তুর গতির বিরুদ্ধে যে বাধা বল কাজ করে তার সমীকরণ $F = KV^2$ হলে K এর মাত্রা হবে –
(a) $[ML^{-2}]$ (b) $[ML^{-1}]$
(c) $[ML^2T^{-3}]$ (d) $[MLT^{-1}]$
সমাধান: (b); F এর মাত্রা $= [MLT^{-2}]$
V^2 এর মাত্রা $[L^2T^{-2}]$
$\therefore F = KV^2 \Rightarrow K = \frac{F}{V^2} = \frac{[MLT^{-2}]}{[L^2T^{-2}]} = [ML^{-1}]$

21. চাপের মাত্রার সাথে নিম্নের যে রাশিটির মাত্রার মিল আছে তা হল–
(a) একক আয়তনে বল (b) একক আয়তনে শক্তি
(c) বল (d) শক্তি
সমাধান: (b); চাপ $= \frac{বল}{ক্ষেত্রফল} = \frac{ভর \times ত্বরণ}{ক্ষেত্রফল}$
$= \frac{MLT^{-2}}{L^{-2}} = ML^{-1}T^{-2} = \frac{ML^2T^{-2}}{L^3} = \frac{শক্তি/কাজ}{আয়তন}$ ।

22. যদি দৈর্ঘ্য এবং বলের একক 4 গুণ করা হয় তবে শক্তির একক–
(a) 4 গুণ বাড়বে (b) 16 গুণ বাড়বে
(c) 8 গুণ বাড়বে (d) অপরিবর্তিত থাকবে
সমাধান: (b); $W = Fs, \because$ F ও s 4 গুণ করে বাড়বে
$\therefore W = 4F \times 4s = 16\ Fs = 16\ W$.

23. যে ভৌত রাশিগুলোর মাত্রা এক নয় সেগুলো হলো –
(a) টর্ক এবং কাজ (b) ভরবেগ এবং প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবক
(c) পীড়ন এবং ইয়ং গুণাঙ্ক (d) দ্রুতি এবং $(\epsilon_0\ \mu_0)^{-1}$
সমাধান: (b); কৌণিক ভরবেগ ও প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবকের মাত্রা একই।

24. কোন কুণ্ডলীতে আবিষ্ট বিভব V কুণ্ডলীতে স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক L হলে রাশিগুলোর মধ্যে সম্পর্ক হলঃ $V = -L\frac{dI}{dt}$; যেখানে $\frac{dI}{dt}$ হলে কুণ্ডলীতে প্রবাহমাত্রার পরিবর্তনের হার L এর একক হবে- [Ans. c]
(a) Volt/Ampere (b) Joule/Ampere
(c) $\frac{\text{Volt–second}}{\text{Ampere}}$ (d) Volt–Ampere/second

25. $[ML^{-1}T^{-1}]$ যার মাত্রা সমীকরণ তা হল – [Ans. d]
(a) কাজ (b) টর্ক
(c) রৈখিক ভরবেগ (d) সান্দ্রতাঙ্ক

26. নিচের কোন জোড়া রাশির মাত্রা একই নয়? [Ans. b]
(a) কৌণিক ভরবেগ এবং প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবক
(b) জড়তার ভ্রামক এবং বলের ভ্রামক
(c) কাজ এবং টর্ক
(d) বলের ঘাত এবং ভরবেগ

27. একটি পাতের দৈর্ঘ্য (5 ± 0.1)cm এবং প্রস্থ (2 ± 0.01)cm হলে পাতের ক্ষেত্রফল–

(a) $(10 \pm 0.25)cm^2$ (b) $(10 \pm 0.1)cm^2$
(c) $(10 \pm 0.01)cm^2$ (d) $(10 \pm 0.001)cm^2$

সমাধান: (a); ক্ষেত্রফল, $A = l \times d$

$= (5 \times 2) = 10cm^2$; $\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta d}{d}$

$\Rightarrow \Delta A = 10\left(\frac{0.1}{5} + \frac{0.01}{2}\right) = 0.25cm^2$

$\therefore$ ক্ষেত্রফল $= (A \pm \Delta A) = (10 \pm 0.25)cm^2$

28. 'joule' কী ধরনের একক? [Ans. c]

(a) কল্পিত (b) জটিল (c) লব্ধ (d) মৌলিক

29. গতির অপ্রচলিত সমীকরণ $S_{th} = u + \frac{1}{2}a(2t - 1)$ যা t-তম সেকেন্ডে কোন বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব বোঝায়, তা: [Ans. a]

(i) শুধু সাংখ্যিক মানের জন্য সঠিক
(ii) শুধু মাত্রার জন্য সঠিক
(iii) মাত্রা ও সাংখ্যিক উভয়ের জন্য সঠিক

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i (b) ii (c) iii (d) i, ii, iii

30. ব্যাংকিং কোণের জন্য প্রচলিত সমীকরণ: $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$; যেখানে θ ব্যাংকিং কোণ, v দ্রুতি এবং r রাস্তার ব্যাসার্ধ, সমীকরণটি [Ans. b]

(i) শুধু সাংখ্যিক মানের জন্য সত্য
(ii) শুধু মাত্রার জন্য সঠিক
(iii) মাত্রা ও সাংখ্যিক উভয়ের জন্য সঠিক

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i (b) iii (c) i ও iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

t সময়ে একটি কণার অবস্থান, $x = \frac{Vo}{a}(1 - e^{-at})$ সমীকরণ দ্বারা প্রকাশিত যেখানে Vo একটি ধ্রুবক এবং $a > 0$

31. Vo এর মাত্রা হবে: [Ans. a]

(a) $[M^0LT^{-1}]$ (b) $[M^0L^{-1}T^0]$
(c) $[MLT^{-1}]$ (d) $[M^{-1}L^{-1}T^{-1}]$

32. a এর মাত্রা হবে: [Ans. a]

(a) $[T^{-1}]$ (b) $[ML^{-2}]$ (c) $[T]$ (d) $[LT]$

MCQ: সম্ভাব্য নমুনা প্রশ্ন ও সমাধান

01. গোলীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ মাপা হয় নিচের কোনটি দিয়ে? [Ans. c]

(a) মাইক্রোমিটার (b) ক্যালরিমিটার
(c) স্ফেরোমিটার (d) স্পিডোমিটার

02. স্ফেরোমিটারের বৃত্তাকার স্কেলের মোট ভাগ সংখ্যা 50। স্কেলটিকে এক পাক ঘুরালে রৈখিক স্কেলে সরণ হয় 0.5mm। লঘিষ্ঠ গণন কত?

(a) 0.01 mm (b) 0.01 cm
(c) 0.25 mm (d) 0.50 mm

সমাধান: (a); $L.C = \frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা}}$

$= \frac{0.5\ mm}{50} = 0.01$ mm

03. কোনো গোলকের ব্যাসার্ধ পরিমাপে ত্রুটি 1.2% হলে, তার আয়তন পরিমাপে ত্রুটি কত হবে?

(a) 1.2% (b) 2.4%
(c) 3.6% (d) 4.8%

সমাধান: (c); $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

$\Rightarrow \frac{\Delta V}{V} = \frac{3\Delta r}{r} = \frac{3 \times 0.012R}{R} = 3.6\%$

04. ল্যাবরেটরিতে একটি উত্তল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় করতে একটি স্ফেরোমিটার ব্যবহার করা হল যার লঘিষ্ঠ গণন 0.001cm। এক্ষেত্রে লঘিষ্ঠ গণন নির্দেশ করে- [Ans.a]

(a) Accuracy (b) Precision
(c) Error (d) Change

05. একটি গোলকের ব্যাসার্ধ (7.5 ± 0.3)cm। গোলকের আয়তন নির্ণয়ে শতকরা ত্রুটি কত?

(a) 4% (b) 6%
(c) 12% (d) 24%

সমাধান: (c); $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

$\Rightarrow \frac{\Delta V}{V} = \frac{3\Delta R}{R} = 3 \times \frac{0.3}{7.5} \times 100\% = 12\%$

জ্ঞানমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. স্বীকার্য কী? [DB'19]

উত্তর: কোনো গাণিতিক মডেল বা সূত্র প্রতিষ্ঠা করার লক্ষ্যে যদি কিছু পূর্ব শর্ত স্বীকার করে নেওয়া হয়, তবে ওই পূর্ব শর্তসমূহকে স্বীকার্য বলে।

02. এক মোলের সংজ্ঞা দাও। [Ctg.B'17]

উত্তর: যে পরিমাণ পদার্থে 12 গ্রাম কার্বন −12 এ অবস্থিত পরমাণুর সমান সংখ্যক প্রাথমিক ইউনিট থাকে, তাকে এক মোল বলে।

03. পরিমাপের লম্বন ক্রুটি কাকে বলে? [Din.B'17]

উত্তর: দৃষ্টির দিক পরিবর্তনের সাথে সাথে কোনো লক্ষ্যবস্তুর অবস্থানের আপাত পরিবর্তনকে লম্বন ক্রুটি বলে।

04. পিচ কাকে বলে? [RB'16]

উত্তর: স্ক্রু গজের বৃত্তাকার স্কেলটি সম্পূর্ণ একবার ঘুরলে এটি রৈখিক স্কেল বরাবর যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে পিচ বলে।

05. লব্ধি একক কী? [Ctg.B'16; SB'16]

উত্তর: যে সকল একক মৌলিক একক থেকে লাভ করা যায় তাদেরকে লব্ধ একক বলে। যেমন, বলের একক নিউটন একটি লব্ধ একক। নিউটন নির্ভর করে মিটার, কিলোগ্রাম ও সেকেন্ডের ওপর।

06. মৌলিক রাশি কাকে বলে? [BB'16]

উত্তর: যে সকল রাশি মূল অর্থাৎ স্বাধীন বা নিরপেক্ষ, যেগুলো অন্য রাশির ওপর নির্ভর করে না বরং অন্যান্য রাশি এদের ওপর নির্ভর করে তাদেরকে মৌলিক রাশি বলে।

অনুধাবনমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. সাধারণত স্ফেরোমিটারের সাহায্যে পাতের পুরুত্ব নির্ণয়কালে এর যান্ত্রিক ক্রুটি থাকা সত্ত্বেও নির্ণয়ের প্রয়োজন হয় না কেন- ব্যাখ্যা কর। [SB'21]

উত্তর: স্ফেরোমিটারের যান্ত্রিক ক্রুটি মূলত শূন্য ক্রুটি। স্ফেরোমিটারে পাঠ নেওয়ার ক্ষেত্রে আদিপাঠ ও শেষপাঠের পার্থক্য নেয়া হয় এবং তা গোলীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয়ে ব্যবহার করা হয়। যেহেতু আদি ও শেষ পাঠের পার্থক্য নেয়া হয়, তাই শূন্য ক্রুটি গণনায় কোনো প্রভাব ফেলে না। অর্থাৎ, শূন্য ক্রুটি পার্থক্য নির্ণয়ের সময় বাতিল হয়ে যায়।

02. পরিমাপের এককের আন্তর্জাতিক পদ্ধতির প্রয়োজন হয়েছিল কেন? [SB'19]

উত্তর: বিভিন্ন দেশে বিভিন্ন একক ব্যবহারে সৃষ্ট অনিয়মকে দূর করার জন্য আন্তর্জাতিক পদ্ধতির প্রয়োজন হয়। CGS, FPS সহ প্রচলিত আরও নানা একক ব্যবহারে আন্তর্জাতিক বাণিজ্যে সমস্যা হয় যা দূরীকরণে আন্তর্জাতিক পদ্ধতি আবির্ভূত হয়।

03. স্ফেরোমিটারের লঘিষ্ঠ ধ্রুবক **0.01 mm** বলতে কী বুঝ? [JB'19]

উত্তর: লঘিষ্ঠ গণন 0.01 mm মানে হল এটি 0.01 mm পর্যন্ত সূক্ষ্ম পরিমাপ করতে পারে। 0.01 mm LC মানে বৃত্তাকার স্কেলের এক ঘর ঘুরালে রৈখিক স্কেলে 0.01 mm সরণ হয়।

04. কোনো রাশির পরিমাপ প্রকাশ করতে এককের প্রয়োজন হয় কেন? [RB'17]

উত্তর: একক ছাড়া কোনো রাশি সঠিকভাবে পরিমাপ করা যায় না। যে কোন পরিমাপ নির্দিষ্ট একটি পরিমাণের সাপেক্ষে করা হয়। যেমন- 'কোনো লাঠির দৈর্ঘ্য 20'-এই কথাটি অর্থহীন। কেননা 20 কোনো পরিমাণকেই বুঝায় না। কিন্তু যদি বলা হতো-লাঠির দৈর্ঘ্য 20 সে.মি.-তাহলে বুঝা যেতো যে লাঠিটি 1 সে.মি. পরিমাণের 20 গুণ। সুতরাং, পরিমাপের জন্য একক অত্যাবশ্যক।

05. পরিমাপের সকল যন্ত্রে পিছট ক্রুটি থাকবে কিনা- ব্যাখ্যা কর। [JB'17]

উত্তর: নাট-স্ক্রু এর নীতির ওপর ভিত্তি করে যেসব যন্ত্র তৈরি সেসব যন্ত্রেই পিছট ক্রুটি দেখা যায়। নতুন অবস্থায় এ ক্রুটি তেমন থাকে না। কিন্তু দীর্ঘদিন ব্যবহারের ফলে স্ক্রু ক্ষয় হয়ে ঢিলা হয়ে পড়ে। ফলে স্ক্রুকে উভয় দিকে একই পরিমাণ ঘুরালে সমান সরণ হয় না। তখন যন্ত্রে পিছট ক্রুটি দেখা যায়। সুতরাং, সকল যন্ত্রে পিছট ক্রুটি দেখা যায় না।

06. বলের একককে মৌলিক এককের মাধ্যমে প্রকাশ কর। [Ctg.B'15]

উত্তর: বল = ভর × ত্বরণ = ভর × $\frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}^2}$ ∴ নিউটন (বলের একক) = কেজি × $\frac{\text{মিটার}}{\text{সেকেন্ড}^2}$ = কেজি × মিটার/ সে^{2}. ⇒ $N = kgm\,s^{-2}$

07. বলের ঘাত ভরবেগের পরিবর্তনের সমান- মাত্রা সমীকরণের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। [CB'15]

উত্তর: বলের ঘাত $= F \times t$ এবং ভরবেগের পরিবর্তন $= m\Delta v$ ∴ বলের ঘাতের মাত্রা = F এর মাত্রা × t এর মাত্রা $= [MLT^{-2}] \times [T] = [MLT^{-1}]$। ভরবেগের পরিবর্তনের মাত্রা = m এর মাত্রা × Δv এর মাত্রা $[M] \times [LT^{-1}] = MLT^{-1}$। সুতরাং বলের ঘাত ভরবেগের পরিবর্তনের সমান।

অধ্যায় ০২ ভেক্টর

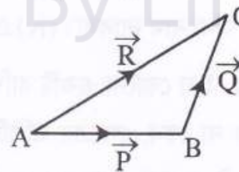
এই অধ্যায়ের বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ:

বোর্ড	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
	ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা	1	1	2	2	3	2	2	2	2	5			1	1	2					1	1	1	1	1	3
রাজশাহী	1	2	2	2	4	2	2	2	2	4	1	2	1	1	2						1		1	1	2
চট্টগ্রাম	2	1	2	2	4	1	1	2	2	5	1	1	1	1	3						1		1	1	3
সিলেট	2	1	2	2	4	2	2	2	2	5			1	1	2						1	1	1	1	1
বরিশাল	2	2	2	2	4	2	2	2	2	5	2	1	1	1	2	সকল বোর্ড					1	1	1	1	4
যশোর	1	1	1	1	4	2	2	2	2	5	1		1	1	3						1		1	1	3
কুমিল্লা	2	2	2	2	3	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1						1	1	1	1	3
দিনাজপুর	1	2	2	2	4	1	2	2	2	5					2							1			3
ময়মনসিংহ	1	1	2	2	3	1	1	1	1	5															

বি.দ্র.- ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই এবং ২০১৮ সালে সকল বোর্ডে অভিন্ন প্রশ্ন পদ্ধতিতে পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয়।

গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা ও তথ্যাবলি

- **স্কেলার রাশি:** যে সব ভৌত রাশিকে প্রকাশ করতে শুধু মানের প্রয়োজন হয় তাদেরকে স্কেলার রাশি বলে।
- **ভেক্টর রাশি:** যে সব ভৌত রাশিকে প্রকাশ করতে মান ও দিক উভয়ের প্রয়োজন হয় তাদেরকে ভেক্টর রাশি বলে।
- **তল ভেক্টর:** যেকোনো তলের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব বরাবর একটি ভেক্টর যার মান তলটির ক্ষেত্রফলের সমান, তাকে ঐ তলের তল ভেক্টর (Area Vector) বা ক্ষেত্র ভেক্টর বলে।
- **একক ভেক্টর:** যে ভেক্টরের মান এক একক তাকে একক ভেক্টর বলে।
- **অবস্থান ভেক্টর:** যে ভেক্টরের মাধ্যমে মূল বিন্দুর সাপেক্ষে একটি বিন্দুর অবস্থান নির্দেশ করা হয় তাকে অবস্থান ভেক্টর বা ব্যাসার্ধ ভেক্টর বলে।
- **লব্ধি ভেক্টর:** দুটি ভেক্টরকে কোনো ত্রিভুজের সন্নিহিত বাহু দ্বারা একইক্রমে মানে ও দিকে সূচিত করা হলে ত্রিভুজের তৃতীয় বাহুটি বিপরীতক্রমে ভেক্টর দুটির লব্ধি নির্দেশ করবে। চিত্রে, $\vec{P} + \vec{Q} = \vec{R}$



চিত্র: ত্রিভুজ সূত্র

- ভেক্টরের যেকোনো একদিকে উপাংশ = মূল ভেক্টর × মূল ভেক্টর এবং ঐ দিকের অন্তর্ভুক্ত কোণের cos।
- নদী পারাপারের সময়ের ক্ষেত্রে স্রোতের বেগের কোনো ভূমিকা নেই। স্রোত মূলত নৌকাকে স্রোতের দিক বরাবর কিছু দূরত্ব অতিক্রম করায়।
- লম্ব অভিক্ষেপ হল স্কেলার রাশি এবং উপাংশ হল ভেক্টর রাশি।
- দুটি ভেক্টর যোগের ক্ষেত্রে লব্ধি, $R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\alpha}$

◈ দুটি ভেক্টর বিয়োগের ক্ষেত্রে লব্ধি, $R = \sqrt{P^2 + Q^2 - 2PQ\cos\alpha}$ [এটি দিয়ে আপেক্ষিক বেগের মান পাওয়া যায়।]

(i) $\alpha = 0°, R_{max} = P + Q \quad [(\rightarrow + \rightarrow) = \rightarrow]$

(ii) $\alpha = 180°, R_{min} = P \sim Q \quad [(\rightarrow + \leftarrow) = \rightarrow$ যখন, $P > Q]$

(iii) $\alpha = 90°, R_p = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad [(\rightarrow + \uparrow) = \nearrow]$

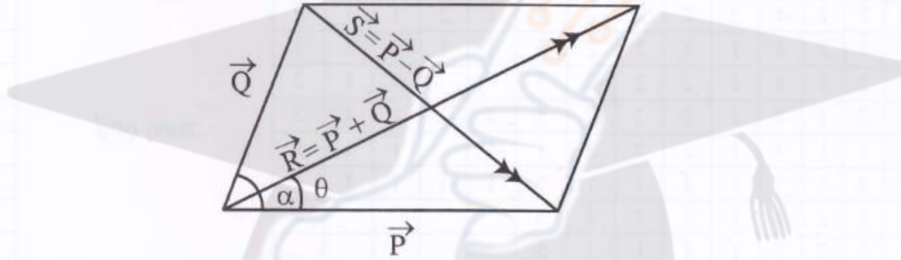
(iv) $2R_p^2 = R_{max}^2 + R_{min}^2$

(v) $R_{min} \leq R \leq R_{max}$

◈ $\vec{A}$ একটি ভেক্টর যদি x, y ও z অক্ষের সাথে যথাক্রমে α, β ও γ কোণ উৎপন্ন করে তবে, $\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma = 1$ এর মাধ্যমে যেকোনো দুইটি কোণ জানা থাকলে অপরটি নির্ণয় করা যায়।

◈ যেকোনো দিকের একক ভেক্টর দ্বারা ঐ দিকে কার্যরত কোনো ভেক্টরের মানকে গুণ করলে প্রকৃত ভেক্টরটি পাওয়া যায়।

◈ দুটি ভেক্টর একটি সামান্তরিকের দুটি বাহু নির্দেশ করলে, সাধারণ কর্ণটি তাদের লব্ধি এবং অপর কর্ণটি তাদের অন্তরক প্রকাশক।



◈ ক্যালকুলাস: বিজ্ঞানের ভাষায় ক্যালকুলাস হলো অবিরত পরিবর্তনশীল ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র অংশ গণনার একটি যন্ত্র।

◈ অপারেটর: এর অভিধানগত অর্থ হলো চলক বা সংঘটক বা কার্যকারক। এটি এক ধরনের গাণিতিক প্রতীক বা সংকেত। যে গাণিতিক প্রকাশ বা চিহ্নের দ্বারা একটি রাশিকে অন্য একটি রাশিতে রূপান্তর করা যায় বা কোনো পরিবর্তনশীল রাশির ব্যাখ্যা দেয়া যায় তাকে অপারেটর বলে।

◈ ভেক্টর ডিফারেনশিয়াল অপারেটর: একে $\vec{\nabla}$ বা ∇ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এটি একটি গাণিতিক অপারেটর যা ত্রিমাত্রিক স্থানে ভেক্টরের উপাংশগুলোর পরিবর্তনকে নির্দেশ করে।

◈ অন্তরীকরণ: অন্তরীকরণ হল এমন একটি প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে একটি চলকের ওপর ভিত্তি করে কোনো ফাংশনের তাৎক্ষণিক পরিবর্তনের হার নির্ণয় করা যায়।

◈ যোগজীকরণ: যোগজীকরণ অন্তরীকরণের বিপরীত প্রক্রিয়া। অন্তরীকরণের মাধ্যমে ফাংশনের ক্ষুদ্রতম পরিবর্তন নির্ণয় করা হয়। এবং যোগজীকরণের মাধ্যমে এই ক্ষুদ্রতম পরিবর্তন সমন্বিত করে আবার পূর্বের ফাংশন ফেরত পাওয়া যায়।

◈ ভেক্টর ডিফারেন্সিয়াল অপারেটর নিয়ে আরও কিছু তথ্য: (i) এই অপারেটরটি স্যার হ্যামিলটন প্রথম আবিষ্কার করেন।

(ii) গিবস একে 'ডেল' নামকরণ করেন। (iii) এর অন্য নাম ন্যাবলা। (iv) ডেল, $\vec{\nabla} = \frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}$

(v) সাধারণ ভেক্টরের মতো এরও ভেক্টর ধর্ম রয়েছে। ইহা কোনো একটি রাশির ওপর ক্রিয়া করে নতুন একটি রাশির সৃষ্টি করে।

◈ স্কেলার ক্ষেত্র: যেকোনো ক্ষেত্র বিবেচনা করা হোক না কেন, ক্ষেত্রের প্রতিটি বিন্দুর সাথে একটি ভৌত গুণ যুক্ত থাকে। ক্ষেত্রের সাথে সংশ্লিষ্ট ভৌতগুণ যদি স্কেলার হয়, তবে ঐ ক্ষেত্রকে স্কেলার ক্ষেত্র বলে। উদাহরণ: ঘনত্ব, উষ্ণতা, বিভব ইত্যাদি। গাণিতিকভাবে- $\phi(x, y, z) = x^2y + 2xy^2 + 5zx$

◈ ভেক্টর ক্ষেত্র: ক্ষেত্রের সাথে সংশ্লিষ্ট ভৌতগুণ যদি ভেক্টর হয়, তবে ঐ ক্ষেত্রকে ভেক্টর ক্ষেত্র বলে। যেমন: বেগ, তড়িৎপ্রাবল্য ইত্যাদি। $\vec{F}(x, y, z) = ax^2y\hat{i} + bx^2yz^2\hat{j} + 4zx^2\hat{k}$

◈ রেখা ইন্টিগ্রাল: $\vec{v}\,(x, y, z)$ একটি ভেক্টর ক্ষেত্র হলে কোনো আবদ্ধ পথে রেখাজনিত ইন্টিগ্রাল $\oint \vec{v} \cdot d\vec{l}$।

এখানে $d\vec{l}$, আবদ্ধ পথের একটি অংশ যার পরিমাণ dl এবং অভিমুখ ঐ অংশের স্পর্শক বরাবর।

◈ গ্রেডিয়েন্ট:

গ্রেডিয়েন্ট হলো একটি ভেক্টরক্ষেত্র যা অদিক রাশির সর্বাধিক বৃদ্ধির হার প্রকাশ করে। একে স্কেলার অপেক্ষকও বলে।

ϕ যদি একটি ব্যবকলনযোগ্য স্কেলার ক্ষেত্র হয়, তবে $\vec{\nabla}\phi$ দ্বারা ϕ এর গ্রেডিয়েন্টকে প্রকাশ করা হয়।

$$\text{grad}\,\phi = \vec{\nabla}\phi = \left(\hat{i}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}\right)\phi \Rightarrow \hat{i}\frac{\partial\phi}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial\phi}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial\phi}{\partial z}$$

গ্রেডিয়েন্টের ভৌত তাৎপর্য:

(i) স্কেলার রাশির গ্রেডিয়েন্ট একটি ভেক্টর ক্ষেত্র অর্থাৎ, একটি ভেক্টর রাশি।

(ii) উক্ত ভেক্টর রাশির মান ঐ স্কেলার রাশির সর্বাধিক বৃদ্ধির হারের মানের সমান।

(iii) স্কেলার রাশির পরিবর্তন শুধু বিন্দুর স্থানাঙ্কের উপরই নির্ভর করে না, যেদিকে এর পরিবর্তন দেখানো হয় সেদিকের ওপরও নির্ভর করে।

◈ ডাইভারজেন্স:

কোনো একটি ভেক্টর ক্ষেত্রের অবস্থান ভেক্টর, $\vec{V}(x, y, z) = \hat{i}V_x + \hat{j}V_y + \hat{k}V_z$ তাহলে $\vec{\nabla} \cdot \vec{V}$ কে ঐ ভেক্টরক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স বলে। গাণিতিকভাবে–

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{V} = \left(\hat{i}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}\right) \cdot \left(V_1\hat{i} + V_2\hat{j} + V_3\hat{k}\right) = \frac{\partial V_1}{\partial x} + \frac{\partial V_2}{\partial y} + \frac{\partial V_3}{\partial z}$$

ভেক্টর ফাংশন বা ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্সগুলো একটি স্কেলার ফাংশন যা দ্বারা ভেক্টরক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে ফ্লাক্সের প্রকৃতি জানা যায়।

ডাইভারজেন্সের ভৌত ধর্ম:

(i) ডাইভারজেন্স দ্বারা একক আয়তনে কোনো দিকরাশির মোট কতটুকু ফ্লাক্স কোনো বিন্দু অভিমুখী বা অপসারী হচ্ছে তা প্রকাশ করে। $\vec{\nabla} \cdot \vec{V}$ বা div $\vec{V}$ দ্বারা একক সময়ে কোনো তরল পদার্থের ঘনত্বের পরিবর্তনের হার বুঝায়।

(ii) মান ধনাত্মক হলে, তরল পদার্থের আয়তন বৃদ্ধি পায়; ঘনত্বের হ্রাস ঘটে। অর্থাৎ, $\vec{\nabla} \cdot \vec{V} =$ '+'ve

(iii) মান ঋণাত্মক হলে, আয়তনের সংকোচন ঘটে; ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ, $\vec{\nabla} \cdot \vec{V} =$ '−'ve

(iv) মান শূন্য হলে, আগত ও নির্গত ফ্লাক্স সমান হয়। অর্থাৎ, $\vec{\nabla} \cdot \vec{V} = 0$

(v) কোনো ভেক্টরক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স শূন্য হলে অর্থাৎ, $\vec{\nabla} \cdot \vec{V} = 0$ হলে, ওই ভেক্টর ক্ষেত্রকে সলিনয়ডাল (solenoidal) বলে।


ধনাত্মক ডাইভারজেন্স


ঋণাত্মক ডাইভারজেন্স


শূন্য ডাইভারজেন্স

◈ কার্ল:

কার্ল: কোনো ত্রিমাত্রিক স্থানে ভেক্টর ফাংশন $\vec{V}(x, y, z) = V_1\hat{i} + V_2\hat{j} + V_3\hat{k}$ হলে, অপারেটর $\vec{\nabla}$ এবং $\vec{V}$ এর ক্রস গুণনকে কার্ল বলে। কোনো ভেক্টরক্ষেত্রের কার্ল একটি ভেক্টর রাশি যা ঐ ক্ষেত্রের ঘূর্ণনের সাথে সম্পর্কিত। ভেক্টর ক্ষেত্রে অবস্থিত একটি বিন্দুর চারদিকে এর লাইন ইন্টিগ্রালের মান প্রতি একক ক্ষেত্রফলে সর্বোচ্চ হলে তা উক্ত বিন্দুতে ভেক্টর ক্ষেত্রের কার্ল প্রকাশ করে।

কার্ল এর ভৌত তাৎপর্য:

(i) কার্ল একটি ভেক্টর রাশি। এর মান ঐ ভেক্টরক্ষেত্রের একক ক্ষেত্রের জন্য সর্বাধিক রেখা ইন্টিগ্রালের সমান।

(ii) ভেক্টরটির দিক ঐ ক্ষেত্রের ওপর অঙ্কিত লম্ব বরাবর ক্রিয়া করে।

(iii) কার্ল এর মাধ্যমে প্রাপ্ত ভেক্টরটির মান ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে কৌণিক বেগের দ্বিগুণ হয়। অর্থাৎ, $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$ হলে, $\vec{\nabla} \times \vec{v} = 2\vec{\omega}$ হয়, যেখানে $\vec{\omega}$ একটি ধ্রুব ভেক্টর।

কোনো ভেক্টরের কার্ল ঐ ভেক্টরের ঘূর্ণন নির্দেশ করে। কোনো বিন্দুর চারদিকে ভেক্টরটি কতবার ঘুরে কার্ল তা নির্দেশ করে।

কোনো ভেক্টর ক্ষেত্রের কার্লের ডাইভারজেন্স 0। অর্থাৎ, $\vec{\nabla} \cdot (\vec{\nabla} \times \vec{V}) = 0$।

কোনো ভেক্টরের কার্ল 0 হলে ভেক্টরটি অঘূর্ণনশীল হয়। অর্থাৎ, $\vec{\nabla} \times \vec{F} = 0$ হলে, $\vec{F}$ অঘূর্ণনশীল।

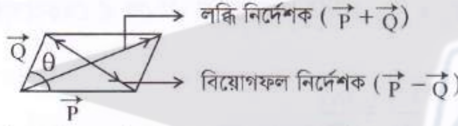
প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

দুটি ভেক্টরের লব্ধি নির্ণয়ের সামান্তরিক সূত্র:

- $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি ভেক্টর রাশি (বেগ, বল, সরণ, ত্বরণ, প্রাবল্য, মন্দন ইত্যাদি) হলে তাদের লব্ধি,
  $\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q}$ এবং লব্ধির মান, $|\vec{R}| = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\theta}$, যখন $\theta = \vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর অন্তর্ভুক্ত কোণ।
- লব্ধি $\vec{R}$, $\vec{P}$ ভেক্টরের সাথে α কোণ তৈরি করলে, $\alpha = \tan^{-1}\frac{Q\sin\theta}{P+Q\cos\theta}$
  এবং $\vec{Q}$ ভেক্টরের সাথে β কোণ তৈরি করলে, $\beta = \tan^{-1}\frac{P\sin\theta}{Q+P\cos\theta}$
- $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর বৃহত্তম লব্ধির মান, $R_{max} = P + Q$ এবং ক্ষুদ্রতম লব্ধির মান, $R_{min} = P \sim Q$
- দুই বা ততোধিক ভেক্টরের লব্ধি এভাবে সামান্তরিক সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করতে হলে তাদেরকে অবশ্যই একই বিন্দুতে কাজ করতে হবে।

ভেক্টরের বিয়োগ:

- $\vec{P}, \vec{Q}$ সন্নিহিত বাহু বিশিষ্ট সামান্তরিকের কর্ণ দুটির একটি লব্ধি ও অপরটি বিয়োগফল নির্দেশ করে। যেমন-



এখানে, $|\vec{P} - \vec{Q}| = \sqrt{P^2 + Q^2 - 2PQ\cos\theta}$; [যেখানে θ হল $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর মধ্যবর্তী কোণ।]

ভেক্টরের লম্ব উপাংশ:

- xy তলে অবস্থিত একটি ভেক্টর P যদি x অক্ষের সাথে θ কোণ উৎপন্ন করে তাহলে,
- x অক্ষ বরাবর উপাংশের মান, $P_x = P\cos\theta$
- y অক্ষ বরাবর উপাংশের মান, $P_y = P\sin\theta$

ত্রিমাত্রিক আয়তাকার স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় ভেক্টরের বিভাজন:

- $\vec{P} = P_x\hat{i} + P_y\hat{j} + P_z\hat{k}$ হলে, $|\vec{P}| = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + P_z^2}$

  এখানে, $\hat{i}$, $\hat{j}$ ও $\hat{k}$ হলো x, y ও z অক্ষ বরাবর ক্রিয়াশীল একক ভেক্টর এবং P_x, P_y ও P_z হলো অক্ষত্রয় বরাবর $\vec{P}$ ভেক্টরের উপাংশের মান।
- $\vec{P}$ ভেক্টরটির বরাবর বা এর সমান্তরালে ক্রিয়াশীল একক ভেক্টর $= \frac{\vec{P}}{|\vec{P}|} = \frac{P_x\hat{i}+P_y\hat{j}+P_z\hat{k}}{\sqrt{P_x^2+P_y^2+P_z^2}}$

ভেক্টরের গুণফল:

ডট গুণন

- $\vec{A}\cdot\vec{B} = AB\cos\theta$, যেখানে θ হলো ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ।
- $\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$ এবং $\vec{B} = B_x\hat{i} + B_y\hat{j} + B_z\hat{k}$ হলে, $\vec{A}\cdot\vec{B} = A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z$
- $\vec{P}$ বরাবর $\vec{Q}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ $= Q\cos\theta$ এবং উপাংশ ভেক্টর $= Q\cos\theta \times$ ($\vec{P}$ বরাবর ক্রিয়াশীল একক ভেক্টর)।
- $\vec{Q}$ বরাবর $\vec{P}$ ভেক্টরটির লম্ব অভিক্ষেপ $= P\cos\theta$ এবং উপাংশ ভেক্টর $= P\cos\theta \times$ ($\vec{Q}$ বরাবর ক্রিয়াশীল একক ভেক্টর)।
- দুটি ভেক্টর লম্ব হলে, $\vec{A}\cdot\vec{B} = 0$;
- একটি ভেক্টর $\vec{A}$ এর x, y ও z অক্ষের সাথে কোণ যথাক্রমে α, β ও γ হলে, $\cos\alpha = \frac{\vec{A}\cdot\hat{i}}{|\vec{A}|}$, $\cos\beta = \frac{\vec{A}\cdot\hat{j}}{|\vec{A}|}$, $\cos\gamma = \frac{\vec{A}\cdot\hat{k}}{|\vec{A}|}$

ক্রস গুণন:

- $\vec{A}\times\vec{B} = AB\sin\theta\hat{\eta}$ যেখানে θ হলো ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ এবং $\hat{\eta}$ হলো ভেক্টরদ্বয়ের গঠিত তলের লম্ব দিকে একক ভেক্টর (ডানহাতি স্ক্রু নিয়মে)
- $\vec{A} = A_x\hat{i} + A_y\hat{j} + A_z\hat{k}$ এবং $\vec{B} = B_x\hat{i} + B_y\hat{j} + B_z\hat{k}$ হলে, $\vec{A}\times\vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix}$
- $\vec{P}\times\vec{Q} = -\vec{Q}\times\vec{P}$

- দুটি ভেক্টর সমান্তরাল হলে, $\vec{A} \times \vec{B} = 0$ অথবা, $\frac{A_x}{B_x} = \frac{A_y}{B_y} = \frac{A_z}{B_z}$
- একটি সামান্তরিক ঘনবস্তুর বাহু তিনটি $\vec{a}, \vec{b}, \vec{c}$ হলে এর আয়তন $= \vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c}) = \vec{b} \cdot (\vec{c} \times \vec{a}) = \vec{c} \cdot (\vec{a} \times \vec{b})$
  যদি তিনটি ভেক্টর সমতলীয় হয়, তবে ঐ ঘনবস্তুর আয়তন শূন্য $(V = 0)$।

$$V = \vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c}) = \vec{b} \cdot (\vec{c} \times \vec{a}) = \vec{c} \cdot (\vec{a} \times \vec{b}) = \begin{vmatrix} a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \\ c_z & c_y & c_z \end{vmatrix}$$

নদী ও স্রোত সংক্রান্ত:

ন্যূনতম দূরত্ব (সোজাসুজি)	ন্যূনতম সময়
(চিত্র: v, w, d, α, u) ☞ নদী পার হতে প্রয়োজনীয় সময় $= \frac{d}{v \sin\alpha}$ ☞ নৌকার লব্ধি বেগ $= v\sin\alpha = \sqrt{v^2 - u^2}$ ☞ সোজাসুজি পার হবার জন্য $\alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{u}{v}\right)$	(চিত্র: d, v, w, s, 90^o, u) ☞ $t_{min} = \frac{d}{v \sin 90^\circ} = \frac{d}{v}$ ☞ নৌকার লব্ধি বেগ $= \sqrt{u^2 + v^2}$ ☞ স্রোতের সাথে নৌকার লব্ধি বেগের কোণ, $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v}{u}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{d}{x}\right)$, যেখানে, x পার্শ্বীয় সরণ। ☞ পার্শ্বীয় সরণ, $x = u \times t_{min}$ ☞ কোণাকুণি দূরত্ব, $s = \sqrt{d^2 + x^2}$

ভেক্টর অপারেটর সংক্রান্ত:

- ভেক্টর অপারেটর, $\vec{\nabla} = \hat{i}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}$
- স্কেলার ক্ষেত্র $\varphi(x, y, z)$ এর গ্র্যাডিয়েন্ট, $\text{grad}\,\varphi = \vec{\nabla}\varphi = \hat{i}\frac{\partial\varphi}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial\varphi}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial\varphi}{\partial z}$
- ভেক্টর ক্ষেত্র $\vec{V}(x, y, z) = V_1\hat{i} + V_2\hat{j} + V_3\hat{k}$ এর ডাইভারজেন্স, $\text{div}\,\vec{V} = \vec{\nabla} \cdot \vec{V} = \frac{\partial V_1}{\partial x} + \frac{\partial V_2}{\partial y} + \frac{\partial V_3}{\partial z}$
- ভেক্টর ক্ষেত্র $\vec{V}(x, y, z) = V_1\hat{i} + V_2\hat{j} + V_3\hat{k}$ এর কার্ল, $\text{curl}\,\vec{V} = \vec{\nabla} \times \vec{V} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ V_1 & V_2 & V_3 \end{vmatrix}$

সহজে মনে রাখার কৌশল

ত্রিভুজ সূত্রের হিসাব মিলাতে যেকোনো একটি দিক প্রথমে বিবেচনা করে নিবে তাহলে উত্তর ভুল হবে না।

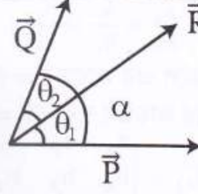
(চিত্র: $\vec{R}$, $\vec{Q}$, $\vec{P}$, +) $\vec{P} - \vec{Q} + \vec{R} = 0$

সামান্তরিক সূত্রের সাহায্যে লব্ধি নির্ণয়ে অন্তর্ভুক্ত কোণ নির্ণয়ে খেয়াল রাখবে-
(i) যেন দুটি ভেক্টরই প্রবেশ করে বা (ii) দুটি ভেক্টরই বের হয়।

(চিত্র: α, α, α)

যখন লব্ধি ছোট ভেক্টরের সাথে সমকোণে থাকে তখন $\theta = 90^\circ$ এবং $P > Q$
$\alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{Q}{P}\right) = \cos^{-1}\left(-\frac{\text{ছোট}}{\text{বড়}}\right)$; $|R| = \sqrt{P^2 - Q^2}$

(চিত্র: R, P, α, θ, Q)



লব্ধি R, $\vec{P}$ এর সাথে θ_1 ও $\vec{Q}$ এর সাথে θ_2 কোণ উৎপন্ন করে।

$$\vec{P}\text{এর সাথে কোণ}, \tan\theta_1 = \frac{Q\sin\alpha}{P+Q\cos\alpha}$$

- $Q\sin\alpha$ ← যার সাথে কোণ তার লম্ব বরাবর অপর ভেক্টরের অভিক্ষেপ
- P ← যার সাথে কোণ সে নিচে একা বসবে
- $Q\cos\alpha$ ← যার সাথে কোণ সেই ভেক্টর বরাবর অপর ভেক্টরের অভিক্ষেপ

◈ **মনেরেখো:** আপেক্ষিক বেগ নির্ণয়ের ক্ষেত্রে যার সাপেক্ষে আপেক্ষিক বেগ নির্ণয় করতে হবে প্রকৃত বেগ হতে তার বেগকে ভেক্টর বিয়োগ করতে হবে। A ও B এর প্রকৃত বেগ $\vec{v}_A$ ও v_B হলে, A এর সাপেক্ষে B এর আপেক্ষিক বেগ, $\vec{v}_{BA} = v_B - \vec{v}_A$

◈ Partial জটিল ম্যাথ করার সময় Partial differentiation করতে ঝামেলা হতে পারে। এক্ষেত্রে যে চলকের সাপেক্ষে করা হয় তাকে ছাড়া অন্য চলকগুলোকে ধ্রুবক ধরে differentiation করলে সুবিধা হয়। যেমন: $\phi = 3x^2yz - yz^2 + xy$
$\Rightarrow \frac{\partial\phi}{\partial x} = 6xyz + y$ [y, z কে মনে মনে ধ্রুবক ধরে x এর সাপেক্ষে differentiation কর]

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও সমাধান

◆ MCQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্ন ও সমাধান:

01. $\frac{1}{2}\hat{i} + \frac{1}{2}\hat{j} + m\hat{k}$ একটি একক ভেক্টর হলে, m এর মান কত? **[DB'22]**
(a) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ (b) $\frac{1}{2}$
(c) $\frac{1}{4}$ (d) 1

সমাধান: (a); $\vec{A} = \frac{1}{2}\hat{i} + \frac{1}{2}\hat{j} + m\hat{k}$

$$|\vec{A}| = \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 + m^2} \Rightarrow 1 = \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{1}{4} + m^2}$$

$$\Rightarrow 1^2 = \frac{1}{2} + m^2 \Rightarrow m^2 = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \therefore m = \pm\frac{1}{\sqrt{2}}$$

02. $\vec{A} = 2\hat{i} + 2\sqrt{3}\,\hat{j}$ ভেক্টরটি y-অক্ষের সাথে কত কোণে ক্রিয়াশীল? **[DB'22]**
(a) 0° (b) 30° (c) 60° (d) 90°

সমাধান: (b); y-অক্ষের সাথে কোণ,

$$\theta_y = \cos^{-1}\left(\frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{(2)^2 + (2\sqrt{3})^2}}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{2\sqrt{3}}{4}\right) = 30°$$

03. কোনো ভেক্টরের কার্ল শূন্য হলে ভেক্টরটি- **[DB'22][Ans: c]**
(i) সলিনয়ডাল (ii) সংরক্ষণশীল (iii) অঘূর্ণনশীল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

04. ভেক্টরকে স্কেলার রাশি দ্বারা গুণ করলে গুণফল একটি ভেক্টর হবে- নিচের কোনটি? **[RB'22]**
(a) ক্ষমতা (b) বলের ঘাত
(c) চাপ (d) ঘাত বল

সমাধান: (b); বলের ঘাত = বল × সময় = $\vec{F} \times t = t\vec{F}$

05. $(\hat{i} \times \hat{j}) \times (\hat{i} \times \hat{k}) = ?$ **[RB'22]**
(a) $\hat{i}$ (b) $\hat{j}$ (c) $\hat{k}$ (d) $-\hat{i}$

সমাধান: (a); $\hat{i} \times \hat{j} = \hat{k}$ ও $\hat{i} \times \hat{k} = -\hat{j}$

তাহলে, $(\hat{i} \times \hat{j}) \times (\hat{i} \times \hat{k}) = \hat{k} \times -\hat{j} = \hat{i}$

06. নিচের কোনটির মাধ্যমে স্কেলার ক্ষেত্র থেকে ভেক্টর ক্ষেত্র পাওয়া যায়? **[RB'22][Ans: a]**
(a) গ্রেডিয়েন্ট (b) ডাইভারজেন্স
(c) কার্ল (d) ত্রিগুণন

07. $\hat{j}$ এবং $(\hat{i} + \hat{j})$ ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ কত? **[RB'22]**
(a) 0° (b) 45° (c) 60° (d) 90°

সমাধান: (b); ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ,

$$\theta = \cos^{-1}\left\{\frac{(\hat{j})\cdot(\hat{i}+\hat{j})}{|\hat{j}|\cdot|\hat{i}+\hat{j}|}\right\} = \cos^{-1}\left(\frac{0+1}{\sqrt{1^2}\cdot\sqrt{1^2+1^2}}\right)$$

$$= \cos^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right) = 45°$$

08. নিচের কোনটি স্কেলার রাশি? [SB'22; Ctg.B'22]
(a) সরণ (b) গ্রেডিয়েন্ট
(c) কার্ল (d) ডাইভারজেন্স
সমাধান: (d); ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স একটি স্কেলার রাশি। কারণ ডেল অপারেটরের $(\vec{\nabla})$ সাথে ডট গুণনের মাধ্যমে ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স নির্ণয় করা হয়।

09. $\hat{j}$ ও $\hat{k}$ আয়ত একক ভেক্টরদ্বয় যে তলে অবস্থিত সেই তলের উপর লম্ব একক ভেক্টর হলো- [Ctg.B'22]
(a) $(\hat{j}\times\hat{k})$ (b) $(\hat{i}\times\hat{j})$ (c) $(\hat{k}\times\hat{i})$ (d) $(\hat{i}\times\hat{i})$
সমাধান: (a); $\hat{j}\times\hat{k}=\hat{i}; \hat{i}\perp\hat{j}$
এবং $\hat{i}+\hat{k}$; $|\hat{i}|=\sqrt{1^2}=1$

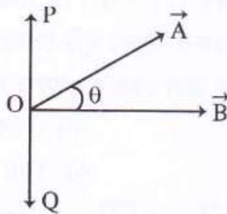
10. 3 N ও 4 N মানের দুটি বল একটি বিন্দুতে পরস্পর লম্বভাবে ক্রিয়া করলে এদের ভেক্টর গুণফলের মান হবে- [Ctg.B'22]
(a) 0 N (b) 5 N (c) 7 N (d) 12 N
সমাধান: (d); ধরি, $|\vec{P}|=3N$ এবং $|Q|=4N$
$\therefore \theta_{PQ}=90° \therefore |\vec{P}\times\vec{Q}|=|\vec{P}|\cdot|\vec{Q}|\sin\theta_{PQ}$
$=3\times4\times\sin 90°=12N$

11. $\vec{A}=\hat{i}+\hat{j}+\hat{k}$ ভেক্টরটি একটি – [Ctg.B'22]
(i) একক ভেক্টর (ii) সঠিক ভেক্টর
(iii) অবস্থান ভেক্টর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (c); $|\vec{A}|=\sqrt{1^2+1^2+1^2}=\sqrt{3}\neq0$
$\therefore \vec{A}$ একটি সঠিক ভেক্টর। আবার, $|\vec{A}|=\sqrt{3}\neq1$
$\therefore \vec{A}$ একক ভেক্টর নয়।

12. $\hat{j}\times(\hat{j}\times\hat{k})=$ কত? [SB'22, RB'21]
(a) $-\hat{k}$ (b) 0 (c) $\hat{k}$ (d) $\hat{i}$
সমাধান: (a); $\hat{j}\times(\hat{j}\times\hat{k})=\hat{j}\times\hat{i}=-\hat{k}$

13. $\vec{A}=\hat{i}, \vec{B}=2\hat{i}+\hat{k}, \vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ- [SB'22]
(a) 25.12° (b) 26.57° (c) 90.67° (d) 180.25°
সমাধান: (b); ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ,
$\theta=\cos^{-1}\left(\frac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{|\vec{A}|\cdot|\vec{B}|}\right)=\cos^{-1}\left\{\frac{(\hat{i})\cdot(2\hat{i}+\hat{k})}{\sqrt{1^2}\cdot\sqrt{2^2+1^2}}\right\}$
$=\cos^{-1}\left(\frac{2+0}{1\cdot\sqrt{5}}\right)=\cos^{-1}\left(\frac{2}{\sqrt{5}}\right)=26.57°$

14. চিত্রে $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ যে তলে আছে POQ সেই তলের উপর লম্ব। $\vec{A}\times\vec{B}$ এর দিক- [SB'22; CB'21]



(a) $\overline{OP}$ এর দিকে (b) $\overline{OQ}$ এর দিকে
(c) $\vec{A}$ এর সমান্তরাল (d) $\vec{B}$ এর সমান্তরাল
সমাধান: (b); ডানহাতি স্ক্রু নিয়মানুসারে, $\vec{A}\times\vec{B}$ এর দিক নিচের দিকে অর্থাৎ, $\overline{OQ}$ এর দিকে।

15. $\hat{i}$ এবং $\hat{j}$ যে তলে অবস্থিত সে তলের লম্বদিকে একক ভেক্টর হলো- [BB'22]
(a) $\pm(\hat{i}\times\hat{j})$ (b) $\pm(\hat{j}\times\hat{k})$
(c) $\pm(\hat{k}\times\hat{i})$ (d) $\pm(\hat{i}\times\hat{k})$
সমাধান: (a); $\pm(\hat{i}\times\hat{j})=\pm\hat{k}$; $\hat{k}\perp\hat{i}$ এবং $\hat{k}\perp\hat{j}$
$|\hat{k}|=\sqrt{1^2}=1$

16. $\vec{V}=x^2\hat{i}-2z\hat{j}+y\hat{k}$ হলে, div $\vec{V}=$? [BB'22]
(a) 2x (b) $3\hat{i}$ (c) $2x\hat{i}$ (d) $x\hat{i}$
সমাধান: (a); div $\vec{V}=\left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i}+\frac{\partial}{\partial y}\hat{j}+\frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right)\cdot$
$(x^2\hat{i}-2z\hat{j}+y\hat{k})=2x+0+0=2x$

17. সমজাতীয় অসমমানের এবং বিপরীতমুখী ভেক্টরকে কী বলে? [BB'22; Din.B'21][Ans: c]
(a) বিপরীত ভেক্টর (b) বিপ্রতীপ ভেক্টর
(c) বিসদৃশ ভেক্টর (d) সদৃশ ভেক্টর

18. ভেক্টরের স্কেলার গুনন মেনে চলে – [BB'22, Ctg.B'21]
(i) বিনিময় সূত্র (ii) বণ্টন সূত্র
(iii) সংযোগ সূত্র
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (a); $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ দুটি ভেক্টর হলে, $\vec{A}\cdot\vec{B}=\vec{B}\cdot\vec{A}$ [বিনিময় সূত্র]
$\vec{A}\cdot(\vec{B}+\vec{C})=\vec{A}\cdot\vec{B}+\vec{A}\cdot\vec{C}$ [বন্টন সূত্র]
$\vec{A}\cdot(\vec{B}\cdot\vec{C})$ অসম্ভব, কারণ ভেক্টর ও স্কেলার রাশির স্কেলার গুনন সম্ভব নয়।

19. একটি বস্তু নির্দিষ্ট দিকে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে কী বলে? [JB'22][Ans: b]
(a) অবস্থান ভেক্টর (b) সরণ ভেক্টর
(c) একক ভেক্টর (d) বল ভেক্টর

20. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর যোগ করার ক্ষেত্রে ভেক্টর সাধারণ নিয়মের ক্ষেত্রে – [JB'22]
(i) নতুন অবস্থানে তাদেরকে সমান্তরালভাবে স্থানান্তর করা হয়
(ii) $\vec{B}$ এর আদিবিন্দুকে $\vec{A}$ এর শীর্ষবিন্দুতে স্থাপন করে $\vec{A}$ এর আদিবিন্দু থেকে $\vec{B}$ এর শীর্ষ বিন্দুতে সরলরেখা টানা হয়
(iii) $\vec{B}$ এর আদিবিন্দুকে $\vec{A}$ এর শীর্ষবিন্দুতে স্থাপন করে $\vec{B}$ এর শীর্ষবিন্দু থেকে $\vec{A}$ এর আদিবিন্দুতে সরলরেখা টানা হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); সঠিক উত্তর হবে ii

21. $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j}$ এবং $\vec{B} = m\hat{i} - 2\hat{j}$। m এর মান কত হলে, ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব? [JB'22]

(a) -3 (b) $-\frac{3}{2}$ (c) $\frac{3}{2}$ (d) 3

সমাধান: (d); ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব হলে, $\vec{A} \cdot \vec{B} = 0$
$\Rightarrow (2\hat{i} + 3\hat{j}) \cdot (m\hat{i} - 2\hat{j}) = 0 \Rightarrow 2m - 6 = 0 \therefore m = 3$

22. যদি $\varphi(x, y, z)$ একটি ব্যবকলনীয় স্কেলার ক্ষেত্র হয় তবে তাকে কী বলে? [JB'22][Ans: c]

(a) অপারেটর (b) কার্ল
(c) গ্রেডিয়েন্ট (d) ডাইভারজেন্স

23. [CB'22]

Y, 20N, 31°, O, Z

OZ বরাবর বলের উপাংশ কত?

(a) 10.30 N (b) 12.01 N (c) 17.14 N (d) 33.28 N

সমাধান: (a); OZ বরাবর বলের উপাংশ,
$\vec{F}_{OZ} = F\cos(90° - 31°)$
$= 20 \times \cos 59° = 10.30$ N

24. $|\vec{R}| = |\vec{A}| + |\vec{B}| = 0$ হলে- [CB'22]

(a) মূল ভেক্টর দুটি অসমান ও বিপরীতমুখী
(b) মূল ভেক্টর দুটি অসমান ও সমমুখী
(c) মূল ভেক্টর দুটি সমান ও সমমুখী
(d) মূল ভেক্টর দুটি সমান ও বিপরীতমুখী

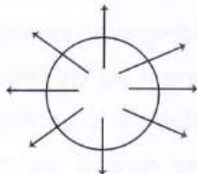
সমাধান: (d); প্রশ্নে অসঙ্গতি বিদ্যমান। প্রশ্নে "$|\vec{R}| = |\vec{A}| + |\vec{B}| = 0$" এর বদলে "$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} = \vec{0}$" বিবেচনা করলে সঠিক উত্তর হবে $\vec{A} + \vec{B} = \vec{0} \therefore \vec{A} = -\vec{B}$

25. $\vec{A} = 3\hat{i} + 6\hat{j}$ এর উপর লম্ব কোনটি? [CB'22]

(a) $3\hat{i} - 6\hat{j}$ (b) $3\hat{i}$ (c) $8\hat{k}$ (d) $6\hat{j}$

সমাধান: (c); $\vec{A} \cdot (8\hat{k}) = (3\hat{i} + 6\hat{j}) \cdot (8\hat{k}) = 0 + 0 + 0 = 0 \therefore 8\hat{k}$, $\vec{A}$ এর উপর লম্ব।

26. চিত্রে একটি ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স দেখানো হলো। এর আলোকে নিচের কোনটি সঠিক? [Din.B'22]



(a) $\vec{\nabla} \times \vec{v} = 0$ (b) $\vec{\nabla} \cdot \vec{v} = 0$
(c) $\vec{\nabla} \cdot \vec{v} = +ve$ (d) $\vec{\nabla} \cdot \vec{v} = -ve$

সমাধান: (c); আয়তনের প্রসারণ ঘটলে, ডাইভারজেন্স ধনাত্মক।

27. $\frac{\hat{i}-\hat{j}+\hat{k}}{\sqrt{3}}$ ভেক্টর একটি- [Din.B'22]

(a) নাল ভেক্টর (b) সমরেখ ভেক্টর
(c) সমতলীয় ভেক্টর (d) একক ভেক্টর

সমাধান: (d); $\left|\frac{\hat{i}-\hat{j}+\hat{k}}{\sqrt{3}}\right| = \sqrt{\frac{1^2+(-1)^2+1^2}{(\sqrt{3})^2}} = \sqrt{\frac{3}{3}} = \sqrt{1} = 1$

$\therefore$ ভেক্টরটি একটি একক ভেক্টর।

28. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টর দ্বারা একটি সামান্তরিকের কর্ণদ্বয় নির্দিষ্ট হলে, সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল কোনটি হবে? [Din.B'22][Ans: b]

(a) $\vec{A} \cdot \vec{B}$ (b) $\frac{1}{2}|\vec{A} \times \vec{B}|$ (c) $\frac{1}{2}|\vec{A} \cdot \vec{B}|$ (d) $|\vec{A} \times \vec{B}|$

29. $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি ভেক্টর রাশির মধ্যবর্তী কোণ 120° হলে তাদের লব্ধির মান— [Din.B'22]

(a) $P + Q$ (b) $\sqrt{P^2 + Q^2 + PQ}$
(c) $P - Q$ (d) $\sqrt{P^2 + Q^2 - PQ}$

সমাধান: (d); $|\vec{P} + \vec{Q}| = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos 120°}$
$= \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ \times \left(-\frac{1}{2}\right)} = \sqrt{P^2 + Q^2 - PQ}$

30. শূন্য ভেক্টরের ক্ষেত্রে- [MB'22][Ans: c]

(i) শূন্য ভেক্টরের সুনির্দিষ্ট দিক নেই
(ii) শূন্য ভেক্টরের ক্ষেত্রে ত্বরণ থাকে
(iii) শূন্য ভেক্টরের আদি বিন্দু ও শেষ বিন্দু একই বিন্দুতে থাকে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ তিনটি একক ভেক্টর নির্দেশ করে।

31. $\hat{i} \cdot (\hat{k} \times \hat{j}) =$ কত? [MB'22]

(a) 1 (b) -1 (c) 0 (d) $\hat{k}$

সমাধান: (b); $\hat{i} \cdot (\hat{k} \times \hat{j}) = -\hat{i} \cdot \hat{i} = -1$ $[\hat{i} \cdot \hat{i} = 1]$

32. উক্ত ভেক্টর তিনটি যদি একটি ত্রিভুজের তিনবাহু একই ক্রমে নির্দেশ করে তাহলে যে কোনো দুইটি ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ কত? [MB'22]

(a) 30° (b) 60° (c) 90° (d) 120°

সমাধান: (c); ভেক্টর তিনটি ত্রিভজের তিন বাহু নির্দেশ করলে ত্রিভুজ গঠিত হবে না। তবে যেকোনো দুটি ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ 90°। কারণ, $\hat{i} \cdot \hat{j} = 0; \hat{j} \cdot \hat{k} = 0$ এবং $\hat{k} \cdot \hat{i} = 0$

33. 4 একক ও 5 একক মানের দুটি ভেক্টর কোনো বিন্দুতে 60° কোণে ক্রিয়াশীল হলে স্কেলার গুণফল হবে– [DB'21]

(a) 0 একক (b) 1 একক
(c) 10 একক (d) 100 একক

সমাধান: (c); $|\vec{A}| = 4, |\vec{B}| = 5$ স্কেলার গুণফল,
$\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| \cdot |\vec{B}| \cos 60° = 4 \times 5 \times \frac{1}{2} = 10$

34. $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর লব্ধির সর্বনিম্ন মান কোনটি? [DB'21][Ans: d]
(a) $|\vec{P}| + |\vec{Q}|$ (b) $\vec{P} \times \vec{Q}$
(c) $\vec{P} \cdot \vec{Q}$ (d) $|\vec{P}| - |\vec{Q}|$

35. $(\hat{j} + \hat{k}) \times \hat{k} = ?$ [DB'21]
(a) 1 (b) $\hat{i}$ (c) $\hat{j}$ (d) $\hat{k}$
সমাধান: (b); $\hat{j} \times \hat{k} + \hat{k} \times \hat{k} = \hat{i}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$\vec{P} = 2\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$ এবং $\vec{Q} = \hat{i} + 2\hat{j} - 2\hat{k}$

36. ভেক্টরদ্বয়ের লব্ধির মান কত? [DB'21]
(a) $\sqrt{19}$ (b) 6 (c) 9 (d) 19
সমাধান: (a); $|\vec{P} + \vec{Q}|$
$= \sqrt{(2+1)^2 + (1+2)^2 + (1-2)^2} = \sqrt{19}$

37. $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর লব্ধির সমান্তরাল একক ভেক্টর কোনটি? [DB'21]
(a) $\frac{1}{2}\hat{i} + \frac{1}{2}\hat{j} - \frac{1}{6}\hat{k}$ (b) $\frac{3}{\sqrt{19}}\hat{i} + \frac{3}{\sqrt{19}}\hat{j} - \frac{1}{\sqrt{19}}\hat{k}$
(c) $\frac{1}{3}\hat{i} + \frac{1}{3}\hat{j} - \frac{1}{9}\hat{k}$ (d) $\frac{3}{19}\hat{i} + \frac{3}{19}\hat{j} - \frac{1}{19}\hat{k}$
সমাধান: (b); $\frac{\vec{P}+\vec{Q}}{|\vec{P}+\vec{Q}|} = \frac{3\hat{i}+3\hat{j}-\hat{k}}{\sqrt{19}}$

38. $\vec{P} = \hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}$ ভেক্টরটি YZ তলে মান কত? [RB'21]
(a) $\sqrt{5}$ (b) $\sqrt{10}$ (c) $\sqrt{13}$ (d) $\sqrt{14}$
সমাধান: (c); $\sqrt{2^2 + 3^2} = \sqrt{13}$

39. ত্রিমাত্রিক স্থানে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি সমান্তরাল ভেক্টর হলে– [RB'21]
(i) $\vec{P} \cdot \vec{Q} = 0$ (ii) $\vec{P} \times \vec{Q} = 0$ [Ans: c]
(iii) $\frac{P_x}{Q_x} = \frac{P_y}{Q_y} = \frac{P_z}{Q_z}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

40. কোনো ভেক্টরের পাদবিন্দু ও শীর্ষবিন্দু একই হলে সে ভেক্টরকে বলে– [RB'21; JB'21, MB'21][Ans: c]
(a) সমরেখ ভেক্টর (b) একক ভেক্টর
(c) নাল ভেক্টর (d) অবস্থান ভেক্টর

41. সমান ভেক্টরের বৈশিষ্ট্য– [Ctg.B'21][Ans: d]
(i) সমজাতীয় রাশি (ii) মান সমান
(iii) দিক একই দিকে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

42. $\vec{A} = 5\hat{i} - 5\hat{j} + 3\hat{k}$; $\vec{B} = 15\hat{i} + m\hat{j} + 9\hat{k}$; m এর মান কত হলে $\vec{A} \parallel \vec{B}$ হবে? [Ctg.B'21]
(a) 15 (b) −15 (c) 16 (d) −16
সমাধান: (b); $\frac{5}{15} = \frac{-5}{m} = \frac{3}{9} \Rightarrow m = -15$

43. একটি কণার উপর $\vec{F} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - \hat{k})N$ বল প্রয়োগ করায় কণাটির $\vec{r} = (\hat{i} + \hat{j} + \hat{k})$ m সরণ ঘটে। $\vec{F}$ ও $\vec{r}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কত? [Ctg.B'21]
(a) 48.19° (b) 51.88° (c) 81.84° (d) 84.53°
সমাধান: (b); $\frac{\vec{F}\cdot\vec{r}}{|\vec{F}||\vec{r}|} = \cos\theta \Rightarrow \theta = 51.88°$

44. $|\vec{A} \times \vec{B}|^2 + |\vec{A} \cdot \vec{B}|^2$ এর মান– [Ctg.B'21]
(a) $|\vec{A}|^2 + |\vec{B}|^2$ (b) $|\vec{A}|^2 \cdot |\vec{B}|^2$
(c) $|\vec{A} + \vec{B}|^2$ (d) $|\vec{A} - \vec{B}|^2$
সমাধান: (b); $|\vec{A} \times \vec{B}|^2 + |\vec{A} \cdot \vec{B}|^2$
$= |AB\sin\theta|^2 + |AB\cos\theta|^2$
$= A^2B^2\sin^2\theta + A^2B^2\cos^2\theta$
$= A^2B^2(\sin^2\theta + \cos^2\theta) = A^2B^2 = |\vec{A}|^2 \cdot |\vec{B}|^2$

45. ভেক্টর নির্দেশক রেখাংশটির আদিবিন্দু ও শেষবিন্দু যদি মিশে যায় তাহলে তাকে কী ভেক্টর বলে? [SB'21][Ans:d]
(a) স্বাধীন (b) সদৃশ (c) সমান (d) শূন্য

46. অবস্থান ভেক্টর প্রকাশের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয়-
(i) $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j}$ [SB'21][Ans:b]
(ii) $\Delta\vec{r} = (x_2\hat{i} + y_2\hat{j}) - (x_1\hat{i} + y_1\hat{j})$
(iii) $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

47. দুইটি ভেক্টরের মান সমান। নিচের কোন অবস্থানে এদের লব্ধি একটি ভেক্টরের মানের $\sqrt{3}$ গুণ হবে? [SB'21][Ans: c]
(a) 0° (b) 45° (c) 60° (d) 90°

48. $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি সমমানের ভেক্টর পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করছে। ভেক্টর দুটির লব্ধি $\vec{R}$ ও $\vec{P}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কোনটি? [SB'21][Ans: d]
(a) 90° (b) 60° (c) 45° (d) 0°

49. নিচের কোনটি স্কেলার গুণফলের ধর্ম? [SB'21][Ans:b, d]
(a) একই ভেক্টরকে দুইবার নিলে গুণফল শূন্য হয়
(b) পরস্পর লম্ব দুটি ভেক্টরের গুণফল শূন্য হয়
(c) পরস্পর সমান্তরাল দুটি ভেক্টরের গুণফল শূন্য হয়
(d) একই ভেক্টরকে দুইবার নিলে মধ্যবর্তী কোণ শূন্য হয়

50. একটি নাল ভেক্টরের মান কত হবে? [BB'21][Ans: d]
(a) 1 (b) −1 (c) ±1 (d) 0

51. $\hat{i} \times \hat{j} = ?$ [BB'21][Ans: b]
(a) 0 (b) $\hat{k}$ (c) $\hat{j} \times \hat{k}$ (d) $\hat{i} \times \hat{k}$

52. $|\vec{A} + \vec{B}| = |\vec{A} - \vec{B}|$ হলে, $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ হবে– [BB'21; Din.B'17][Ans: c]
(a) 0° (b) 30° (c) 90° (d) 180°

53. দুটি ভেক্টর রাশির স্কেলার গুণফল $\sqrt{18}$ এবং ভেক্টর গুণফল $\sqrt{6}$। ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ হবে– **[BB'21][Ans: d]**

(a) $120°$ (b) $90°$ (c) $60°$ (d) $30°$

সমাধান: (d); $\vec{A}\cdot\vec{B} = AB\cos\theta = \sqrt{18}$ ……… (i)

$\vec{A}\times\vec{B} = AB\sin\theta = \sqrt{6}$ ……… (ii)

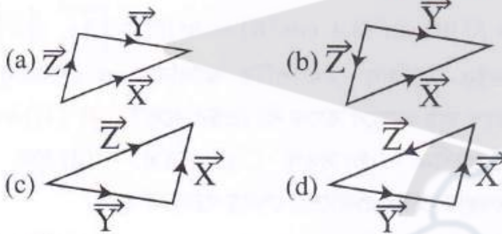
(ii) ÷ (i) $= \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{\sqrt{6}}{\sqrt{18}} \Rightarrow \tan\theta = \frac{1}{\sqrt{3}}$; $\theta = 30°$

54. নিচের কোনটির দিক নির্দিষ্ট নয়? **[BB'21; CB'17]**

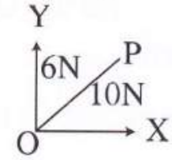
(a) সমান ভেক্টর (b) বিপরীত ভেক্টর **[Ans: d]**

(c) সমান্তরাল ভেক্টর (d) শূন্য ভেক্টর

55. নিচের কোন ত্রিভুজে $\vec{Z}$ ভেক্টরটি $(\vec{X}-\vec{Y})$ ভেক্টরের মান ও দিক নির্দেশ করে? **[JB'21][Ans: a]**



56. চিত্রে, 10N এর একটি বলকে পরস্পর লম্বভাবে দুটি উপাংশ $\overrightarrow{OX}$ ও $\overrightarrow{OY}$ দ্বারা নির্দেশ করা হলো। $\overrightarrow{OX}$ এর মান কত? **[JB'21][Ans: c]**



(a) 4N (b) 6N (c) 8N (d) 16N

সমাধান: (c); $|\overrightarrow{OY}| = 6$; $|\overrightarrow{OX}| = \sqrt{10^2-6^2} = 8N$

57. ভেক্টর $\vec{P}$ ধনাত্মক X-অক্ষ বরাবর অবস্থিত। অন্য একটি ভেক্টর $\vec{Q}$ এমনভাবে অবস্থিত যেন $\vec{P}\times\vec{Q}$ এর মান শূন্য হয়। তাহলে $\vec{Q}$ হতে পারে– **[JB'21][Ans: b]**

(a) $\hat{j}$ (b) $-2\hat{i}$ (c) $4\hat{k}$ (d) $(\hat{j}+\hat{k})$

58. $\vec{A} = 9\hat{i}$ ও $\vec{B} = \frac{1}{9}\hat{i}$ হলে, ভেক্টরদ্বয়– **[JB'21][Ans: b]**

(i) সদৃশ ভেক্টর (ii) বিপ্রতীপ ভেক্টর (iii) পরস্পর লম্ব

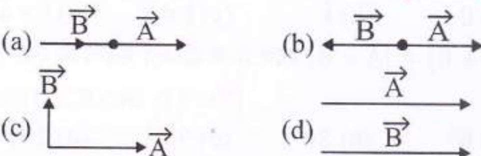
নিচের কোনটি সঠিক?

(a) ii (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

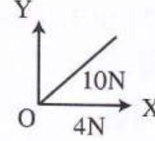
59. $\hat{i}$ এবং $\hat{j}$ যে তলে অবস্থিত সেই তলের উপর লম্ব একক ভেক্টর হলো– **[CB'21][Ans: b]**

(a) $(\hat{j}\times\hat{k})$ (b) $(\hat{i}\times\hat{j})$ (c) $(\hat{k}\times\hat{i})$ (d) $(\hat{i}\times\hat{k})$

60. $\vec{A}\cdot\vec{B} = 0$ হলে, নিচের কোন চিত্রটি সঠিক? **[CB'21][Ans:c]**



61. 10N এর একটি বলকে লম্ব উপাংশে বিভাজিত করলে OY এর মান কত? **[CB'21][Ans: b]**



(a) 4N (b) 9N (c) 12N (d) 14N

সমাধান: (b); $|\overrightarrow{OX}| = 4$; $|\overrightarrow{OY}| = \sqrt{10^2-4^2} = \sqrt{84}N \approx 9N$

62. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ θ এবং $\vec{A}$ এর দিকে একটি একক ভেক্টর $\hat{a}$ হলে $\vec{A}$ এর উপর $\vec{B}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ হলো– **[CB'21][Ans: d]**

(i) $A\cos\theta$ (ii) $B\cos\theta$ (iii) $\vec{B}\cdot\hat{a}$

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i (b) ii (c) i, ii (d) ii, iii

সমাধান: (b); $AB\cos\theta = \vec{A}\cdot\vec{B} \Rightarrow B\cos\theta = \frac{\vec{A}}{A}\cdot\vec{B}$

$\Rightarrow B\cos\theta = \vec{B}\cdot\hat{a}$ $\left[\frac{\vec{A}}{A} = \hat{a}\right]$

63. স্কেলার রাশির উদাহরণ– **[Din.B'21; MB'21][Ans: a]**

(a) কাজ (b) বল (c) টর্ক (d) কৌণিক ভরবেগ

64. দুটি ভেক্টরের লব্ধির মান সর্বোচ্চ হবে যখন এদের মধ্যবর্তী কোণ– **[Din.B'21][Ans: a]**

(a) $0°$ (b) $45°$ (c) $60°$ (d) $180°$

65. $3\hat{i}-4\hat{j}+12\hat{k}$ ভেক্টরটির মান– **[Din.B'21][Ans: b]**

(a) 9 একক (b) 13 একক (c) 18 একক (d) 36 একক

66. $\vec{A} = 3\hat{i}+2\hat{j}+\hat{k}; \vec{B} = 6\hat{i}-m\hat{j}+4\hat{k}$, m এর মান কত হলে, ভেক্টরদ্বয় লম্ব হবে? **[Din.B'21][Ans: b]**

(a) 9 (b) 11 (c) 12 (d) 13

সমাধান: (b); $\vec{A}\cdot\vec{B} = 18-2m+4$

$\Rightarrow 0 = 22-2m \Rightarrow m = 11$

67. যদি $\vec{A} = \hat{i}+\hat{j}+\hat{k}$ এবং $\vec{B} = 2\hat{i}+2\hat{j}+2\hat{k}$ হয় তবে $\vec{B}$ বরাবর $\vec{A}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ কত?

(a) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (b) $\sqrt{3}$ (c) $2\sqrt{3}$ (d) $\frac{2}{\sqrt{3}}$

সমাধান: (b); $\vec{B}$ বরাবর $\vec{A}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ,

$A\cos\theta = \frac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{|\vec{B}|} = \frac{2+2+2}{\sqrt{(2)^2+(2)^2+(2)^2}} = \frac{6}{2\sqrt{3}} = \sqrt{3}$

68. $\vec{A} = 5\hat{i}$ হলে এর বিপ্রতীপ ভেক্টর নিচের কোনটি? **[MB'21][Ans: b]**

(a) $-5\hat{i}$ (b) $\frac{1}{5}\hat{i}$ (c) $5\frac{1}{\hat{i}}$ (d) $\frac{1}{5\hat{i}}$

69. 10 একক মানের একটি ভেক্টর দুটি লম্ব উপাংশে বিভক্ত করায় একটির মান 8 একক হলে অপরটির মান কত? **[MB'21][Ans: c]**

(a) 2 একক (b) 4 একক (c) 6 একক (d) 8 একক

70. $\vec{A} = 2\hat{i} + x\hat{j} - 4\hat{k}$ ও $\vec{B} = y\hat{i} + 6\hat{j} - 8\hat{k}$। x ও y এর মান কত হলে $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ পরস্পর সমান্তরাল হবে? **[DB'19]**
(a) $x = 3, y = 4$ (b) $x = 4, y = 3$
(c) $x = 6, y = 2$ (d) $x = 12,\ y = 1$
সমাধান: (a); $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ সমান্তরাল হলে, $\frac{A_x}{B_x} = \frac{A_y}{B_y} = \frac{A_z}{B_z}$
$\Rightarrow \frac{2}{y} = \frac{x}{6} = \frac{-4}{-8} \Rightarrow x = 3,\ y = 4$

71. [চিত্র: O বিন্দু থেকে $\vec{A}$ ও $\vec{B}$, মধ্যবর্তী কোণ θ] ; চিত্রের $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টর দুটির-
(i) ডট গুণন বিনিময় সূত্র মেনে চলে **[DB'19][Ans: b]**
(ii) ক্রস গুণন বিনিময় সূত্র মেনে চলে
(iii) ক্রস গুণন বিনিময় সূত্র মেনে চলে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

72. দুটি ভেক্টরের ক্রস গুণফল সম্পর্কে বলা যায়- **[RB'19]**
(i) ক্রস গুণফল একটি ভেক্টর রাশি **[Ans: a]**
(ii) ক্রস গুণফলের দিক ভেক্টরদ্বয় যে সমতলে তার লম্ব বরাবর
(iii) ক্রস গুণফল বিনিময় সূত্র মেনে চলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

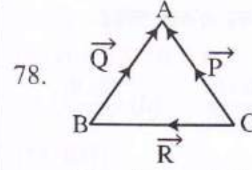
73. দুটি সদৃশ ভেক্টর $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ যদি একই সময়ে একই বিন্দুতে ক্রিয়া করে তাহলে- **[RB'19]**
(i) $\vec{A} \cdot \vec{B} = 0$ (ii) $\vec{A} \times \vec{B} = 0$
(iii) $|\vec{A}| + |\vec{B}| = A + B$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, iii
সমাধান: (c); সদৃশ ভেক্টর হলে, মধ্যবর্তী কোণ 0°
$\therefore \vec{A} \cdot \vec{B} \neq 0$ এবং $|\vec{A}| + |\vec{B}| = A + B$

74. কোনো ভেক্টর এবং একক ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণের মান কত? **[Ctg.B'19][Ans: d]**
(a) 180° (b) 90° (c) 45° (d) 0°

75. $(\hat{i} + \hat{j}) \cdot \hat{k}$ -এর মান হবে- **[Ctg.B'19][Ans: c]**
(a) $\hat{i}$ (b) $\hat{j}$ (c) 0 (d) 1
সমাধান: (c); $(\hat{i} + \hat{j}) \cdot \hat{k} = \hat{i} \cdot \hat{k} + \hat{j} \cdot \hat{k} = 0 + 0 = 0$

76. $\vec{A} = 2\hat{i} + 5\hat{j} - \hat{k}, \vec{B} = p\hat{i} - \hat{j} + 3\hat{k}$, p-এর মান কত হলে, ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব হবে? **[Ctg.B'19]**
(a) −4 (b) −1 (c) 4 (d) 5
সমাধান: (c); ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব হবে যদি,
$\vec{A} \cdot \vec{B} = 0 \Rightarrow (2\hat{i} + 5\hat{j} - \hat{k}) \cdot (p\hat{i} - \hat{j} + 3\hat{k}) = 0$
$\Rightarrow 2p - 5 - 3 = 0 \Rightarrow p = 4$

77. $\vec{P} = \hat{i} - \hat{j} - \hat{k}$ হলে, $\vec{P}$ -এর মান কত? **[SB'19]**
(a) 3 (b) $\sqrt{3}$ (c) 1 (d) −1
সমধান: (b); $|\vec{P}| = \sqrt{1^2 + (-1)^2 + (-1)^2} = \sqrt{3}$

78. 

চিত্র থেকে কোনটি সঠিক? **[SB'19][Ans: c]**
(a) $\vec{P} + \vec{Q} + \vec{R} = 0$ (b) $\vec{R} = \vec{Q} + \vec{P}$
(c) $\vec{P} = \vec{R} + \vec{Q}$ (d) $\vec{Q} = \vec{P} + \vec{R}$

79. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ সমান্তরাল হলে এদের মধ্যবর্তী কোণের মান কত? **[BB'19][Ans: a]**
(a) 0° (b) 90° (c) 180° (d) 270°

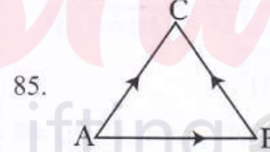
80. কোনো ভেক্টরের ডাইভারজেন্স হলো- **[BB'19][Ans:b]**
(a) ভেক্টর ক্ষেত্র (b) স্কেলার ক্ষেত্র
(c) ওই ভেক্টরের নতিমাত্রা (d) অঘূর্ণনশীল

81. $\hat{n} = \frac{\vec{A}\times\vec{B}}{|\vec{A}\times\vec{B}|}$ হলে, $-\hat{n}$ সমান কত হবে? **[JB'19][Ans: a]**
(a) $\frac{\vec{B}\times\vec{A}}{|\vec{A}\times\vec{B}|}$ (b) $\frac{\vec{A}\times\vec{B}}{|\vec{B}\times\vec{A}|}$ (c) $\frac{|\vec{B}\times\vec{A}|}{\vec{A}\times\vec{B}}$ (d) $\frac{|\vec{A}\times\vec{B}|}{\vec{B}\times\vec{A}}$

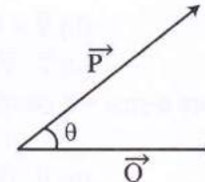
82. ভেক্টর ক্ষেত্র $\vec{V}$ অঘূর্ণনশীল হলে, নিচের কোনটি সঠিক? **[JB'19][Ans: b]**
(a) $\vec{\nabla} \cdot \vec{V} = 0$ (b) $\vec{\nabla} \times \vec{V} = 0$
(c) $\vec{\nabla} \cdot \vec{V} \neq 0$ (d) $\vec{\nabla} \times \vec{V} \neq 0$

83. একটি ট্রাক v_T বেগে পূর্ব দিকে এবং একটি কার v_C বেগে পশ্চিম দিকে গতিশীল হলে ট্রাকের সাপেক্ষে কারের আপেক্ষিক বেগ কত? **[JB'19][Ans: a]**
(a) $(v_T + v_C)$ (b) $(v_T - v_C)$
(c) $(v_C - v_T)$ (d) $\frac{v_T}{v_C}$

84. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ -এর মধ্যবর্তী কোণ θ হলে $\vec{A}$ -এর ওপর $\vec{B}$ -এর লম্ব অভিক্ষেপ- **[CB'19][Ans: d]**
(a) $A\sin\theta$ (b) $A\cos\theta$ (c) $B\sin\theta$ (d) $B\cos\theta$

85. 

[Din.B'19][Ans: b]
উদ্দীপকের ΔABC-এর ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক?
(a) $\overrightarrow{AB} - \overrightarrow{AC} = \overrightarrow{BC}$ (b) $\overrightarrow{AB} - \overrightarrow{AC} = \overrightarrow{CB}$
(c) $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{AC} = \overrightarrow{BC}$ (d) $\overrightarrow{AC} - \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{CB}$

86. নিচের চিত্রানুযায়ী $\vec{Q}$ এর ওপর $\vec{P}$- এর অভিক্ষেপ কত? **[Din.B'19][Ans: a]**


(a) $\frac{\vec{P}\cdot\vec{Q}}{Q}$ (b) $\frac{\vec{P}\times\vec{Q}}{Q}$ (c) $\frac{\vec{P}\cdot\vec{Q}}{P}$ (d) $\frac{\vec{P}\times\vec{Q}}{P}$

87. $\vec{M}$ ও $\vec{N}$ ভেক্টর গঠিত তলের উপর লম্ব একক ভেক্টর- **[All B'18][Ans: a]**

(a) $\frac{\vec{M}\times\vec{N}}{|\vec{M}\times\vec{N}|}$ (b) $\frac{\vec{M}\cdot\vec{N}}{|\vec{M}\times\vec{N}|}$ (c) $\frac{\vec{M}\times\vec{N}}{|\vec{M}\cdot\vec{N}|}$ (d) $\frac{|\vec{M}\times\vec{N}|}{\vec{M}\times\vec{N}}$

88. $\vec{P}\cdot\vec{Q} = -PQ$ হলে- **[DB'17]**

(i) $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ পরস্পর সমান্তরাল

(ii) $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ পরস্পর বিপরীতমুখী

(iii) $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর মধ্যবর্তী কোণ $0°$

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

সমাধান: (a); $\vec{P}\cdot\vec{Q} = -PQ$

$\Rightarrow PQ\cos\theta = -PQ \Rightarrow \cos\theta = -1 \Rightarrow \theta = 180°$

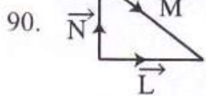
89. XZ সমতলে $3\hat{i} + 5\hat{j} + 4\hat{k}$ ভেক্টরের দৈর্ঘ্য কত একক? **[DB'17]**

(a) 5 (b) $\sqrt{34}$

(c) $\sqrt{41}$ (d) 12

সমাধান: (a); XZ সমতলে ভেক্টরটির উপাংশ $= 3\hat{i} + 4\hat{k}$

$\therefore$ দৈর্ঘ্য $= \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$

90. 

[DB'17]

উদ্দীপকের আলোকে কোনটি সঠিক?

(a) $\vec{L} + \vec{N} - \vec{M} = 0$ (b) $\vec{L} + \vec{M} + \vec{N} = 0$

(c) $\vec{L} + \vec{M} - \vec{N} = 0$ (d) $\vec{M} + \vec{N} - \vec{L} = 0$

সমাধান: (d); ত্রিভুজ সূত্র হতে, $\vec{N} + \vec{M} = \vec{L}$

$\Rightarrow \vec{M} + \vec{N} - \vec{L} = 0$

91. $|\vec{A}\times\vec{B}| =$ নিচের কোনটি? **[RB'17]**

(a) $A^2B^2 - 2(\vec{A}\cdot\vec{B})^2$ (b) $A^2B^2 - 2\vec{A}\cdot\vec{B}$

(c) $A^2B^2 + 2AB\sin\theta$ (d) $A^2B^2 + 2AB\cos\theta$

সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); $|\vec{A}\times\vec{B}| = \sqrt{A^2B^2\sin^2\theta}$

$= \sqrt{A^2B^2(1-\cos^2\theta)} = \sqrt{A^2B^2 - (AB\cos\theta)^2}$

$\therefore |\vec{A}\times\vec{B}| = \sqrt{A^2B^2 - (\vec{A}\cdot\vec{B})^2}$

92. P ও Q এর স্থানাংক (3, −2,1) এবং (3,−4, 5), PQ এর মান কত? **[RB'17]**

(a) $\sqrt{20}$ (b) $\sqrt{29}$ (c) $\sqrt{56}$ (d) $6\sqrt{3}$

সমাধান: (a);

$PQ = \sqrt{(3-3)^2 + (-2+4)^2 + (1-5)^2} = \sqrt{20}$

93. ভেক্টর $\vec{V}$ কখন সলিনয়ডাল হবে? **[Ctg.B'17][Ans:a]**

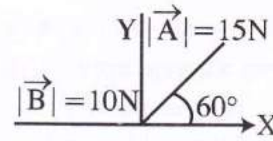
(a) $\vec{\nabla}\cdot\vec{V} = 0$ (b) $\vec{\nabla}\times\vec{V} = \vec{0}$

(c) $\vec{\nabla}\vec{V} = 0$ (d) $\vec{\nabla}\cdot\vec{V} \neq 0$

94. $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ ভেক্টরদ্বয় লম্ব হওয়ার শর্ত কোনটি? **[Ctg.B'17][Ans: a]**

(a) $\vec{P}\cdot\vec{Q} = 0$ (b) $\vec{P}\cdot\vec{Q} = 1$

(c) $\vec{P}\times\vec{Q} = \vec{0}$ (d) $\vec{P}\times\vec{Q} = \vec{1}$

95. 

[Ctg.B'17]

উপরের চিত্রের আলোকে $|\vec{A} + \vec{B}| =?$

(a) 15.81N (b) 14N (c) 13.23N (d) 11.23N

সমাধান: (c); $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ

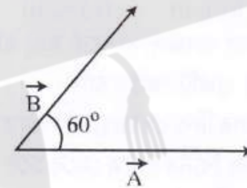
$= (180° - 60°) = 120°$

$|\vec{A} + \vec{B}| = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos 120°}$

$= \sqrt{(15)^2 + (10)^2 + 2\times 15\times 10\times\cos 120°}$

$= 13.228$ N

96. চিত্রে দুটি ভেক্টর $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর প্রত্যেকের মান 5 একক। তাদের মধ্যকার কোণ 60°। $|\vec{A} - \vec{B}|$ নির্ণয় কর। **[SB'17]**



(a) 0 (b) 5 একক

(c) 7.07 একক (d) 8.66 একক

সমাধান: (b);

$|\vec{A} - \vec{B}| = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB\cos 60°}$

$= \sqrt{5^2 + 5^2 - 2\cdot 5\cdot 5\cos 60°} = 5$

97. $\vec{A} = (px + y)\hat{i} + (y - 2z)\hat{j} + (x + 3z)\hat{k}$ ভেক্টরটি সলিনয়ডাল হবে যদি $p =?$ **[BB'17]**

(a) 2 (b) 4 (c) 3 (d) −4

সমাধান: (d); $\vec{\nabla}\cdot\vec{A} = 0 \Rightarrow \left(\hat{i}\frac{\delta}{\delta x} + \hat{j}\frac{\delta}{\delta y} + \hat{k}\frac{\delta}{\delta z}\right)\cdot$

$\left((px + y)\hat{i} + (y - 2z)\hat{j} + (x + 3z)\hat{k}\right) = 0$

$\Rightarrow p + 1 + 3 = 0 \Rightarrow p = -4$

98. $(\hat{i}\times\hat{k})\times(\hat{j}\times\hat{k}) =?$ **[BB'17]**

(a) $\hat{0}$ (b) $\hat{i}$ (c) $\hat{j}$ (d) $\hat{k}$

সমাধান: (d); $(\hat{i}\times\hat{k})\times(\hat{j}\times\hat{k}) = (-\hat{j})\times\hat{i}$

$= -\hat{j}\times\hat{i} = -(-\hat{k}) = \hat{k}$

99. একই পাদবিন্দু বিশিষ্ট ভেক্টরসমূহকে কী বলে? **[BB'17]** **[Ans: c]**

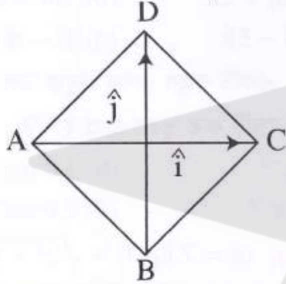
(a) সমতলীয় ভেক্টর (b) সমরেখ ভক্টর

(c) সম-প্রারম্ভিক ভেক্টর (d) সীমাবদ্ধ ভেক্টর

100. সমমানের দুটি বলের লব্ধির মান তাদের যে কোনো একটির অর্ধেক হলে বল দুটির মধ্যবর্তী কোণ কত? [BB'17]
(a) 28.90° (b) 41.40° (c) 138.6° (d) 151.04°
সমাধান: (d); $\frac{P}{2} = \sqrt{P^2 + P^2 + 2 \cdot P \cdot P \cdot \cos\theta}$
$\Rightarrow P^2 = 4(2P^2 + 2P^2 \cos\theta)$
$\Rightarrow P^2 = 8P^2 + 8P^2 \cos\theta \Rightarrow \theta = 151.04°$

101. স্রোতযুক্ত নদীতে সর্বনিম্ন সময়ে ওপারে যেতে স্রোতের সাথে কীভাবে নৌকা চালনা করতে হবে? [JB'17][Ans: c]
(a) 45° (b) 60° (c) 90° (d) 120°

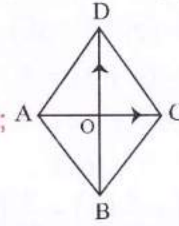
নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



চিত্রে কর্ণদ্বয় হচ্ছে $\overrightarrow{AC} = \hat{i}$ ও $\overrightarrow{BD} = \hat{j}$.

102. $\overrightarrow{AB}$ ভেক্টরের সঠিক রূপ কোনটি? [JB'17]
(a) $\frac{\hat{i}+\hat{j}}{4}$ (b) $\frac{\hat{i}-\hat{j}}{2}$ (c) $\frac{\hat{i}+\hat{j}}{2}$ (d) $\frac{\hat{j}-\hat{i}}{2}$
সমাধান: (b); $\overrightarrow{AO} = \frac{\overrightarrow{AC}}{2} = \frac{\hat{i}}{2}, \overrightarrow{OB} = -\frac{\overrightarrow{BD}}{2} = -\frac{\hat{j}}{2}$
$\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{AO} + \overrightarrow{OB} = \left(\frac{\hat{i}-\hat{j}}{2}\right)$

103. ABCD সামান্তরিকটির ক্ষেত্রফল কত? [JB'17]
(a) 0.5 বর্গ একক (b) 1.0 বর্গ একক
(c) 1.5 বর্গ একক (d) 2.0 বর্গ একক

সমাধান: (a);


ABCD ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল = Δ ক্ষেত্র ADC + Δ ক্ষেত্র ABC
$= \frac{1}{2} \times AC \times OD + \frac{1}{2} \times AC \times OB$
$= \frac{1}{2} \times AC \times (OD + OB) = \frac{1}{2} \times AC \times BD$
$= \frac{1}{2} \times 1 \times 1 = 0.5$ বর্গএকক

104. $\vec{A} = -2\vec{B}$ হলে, $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টর দুটি– [CB'17][Ans: b]
(i) সদৃশ (ii) বিসদৃশ (iii) সমরেখ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

105. Y- অক্ষের সাথে $\vec{r} = 4\hat{i} - 4\hat{k}$ ভেক্টরের উৎপন্ন কোণ হবে– [Din.B'17]
(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°
সমাধান:(c); $\vec{r} \cdot \hat{j} = |r| \cos\theta \Rightarrow 4\sqrt{2} \cos\theta = 0$
$\Rightarrow \theta = 90°$

MCQ: বিভিন্ন লেখকের মূল বইয়ের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও সমাধান

প্রফেসর মোহাম্মদ ইস্‌হাক স্যার

01. কোন দুটি ভেক্টর রাশি?
(a) গতিশক্তি, বেগ (b) তড়িৎ বিভব, ত্বরণ
(c) কেন্দ্রমুখী ত্বরণ, তাপমাত্রা (d) তড়িৎক্ষেত্র, বল
সমাধান: (d); তড়িৎ বিভব, গতিশক্তি, তাপমাত্রা এগুলো স্কেলার রাশি।

02. দুটি দিক রাশির সর্বোচ্চ মান 12 একক এবং সর্বনিম্ন মান 2 একক। রাশিদ্বয়ের মান নির্ণয় কর। [Ans. b]
(a) 6 একক ও 8 একক (b) 7 একক ও 5 একক
(c) 9 একক ও 10 একক (d) 7 একক ও 11 একক

03. যদি দুটি সমান ভেক্টরের লব্ধি এদের যে-কোনো একটির সমান হয় তবে ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ হবে-
(a) 0° (b) 180° (c) 90° (d) 120°
সমাধান: (d); দুটি ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha = 0°$ হলে, ভেক্টরদ্বয় সমান্তরাল হবে।
দুটি সমান ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha = 120°$ হলে, দুটি ভেক্টরের লব্ধি প্রত্যেক ভেক্টরের সমান হবে।
দুটি ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha = 180°$ হলে, ভেক্টরদ্বয় পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করবে।
সমান ভেক্টরদ্বয়ের অন্তর্ভুক্ত কোণ 90° হলে তাদের লব্ধি যে কোন একটি ভেক্টরের মানের $\sqrt{2}$ গুণ হবে।

04. লগি দিয়ে নদীর তলদেশে ধাক্কা দিয়ে যখন কোনো নৌকা চালানো হয় তখন কোন বলের কারণে নৌকা এগিয়ে যায়? [Ans. d]
(a) প্রযুক্ত বলের অনুভূমিক উপাংশ
(b) প্রযুক্ত বলের উলম্ব উপাংশ
(c) প্রতিক্রিয়া বলের উলম্ব উপাংশ
(d) প্রতিক্রিয়া বলের অনুভূমিক উপাংশ

05. ভেক্টর অপারেটরগুলোর নিম্নরূপ বৈশিষ্ট্য রয়েছে- [Ans. b]
(i) স্কেলার রাশির গ্রেডিয়েন্ট একটি ভেক্টর রাশি
(ii) কোনো ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স শূন্য হলে ভেক্টরটি অঘূর্ণনশীল
(iii) কোনো ভেক্টরের কার্ল ঐ ভেক্টরের ঘূর্ণন নির্দেশ করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

06. $\vec{A} = 2\hat{i} + \hat{j} - 3\hat{k}$ ও $\vec{B} = 4\hat{j} - \hat{k}$ ভেক্টরদ্বয়ের স্কেলার গুণফল কত?
(a) 3 (b) 7 (c) 9 (d) 11
সমাধান: (b); $\vec{A}.\vec{B} = (2\hat{i} + \hat{j} - 3\hat{k}).(4\hat{j} - \hat{k})$
$= (4 + 3) = 7.$

07. $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$ হলে $\vec{\nabla}.\vec{r}$ কত?
(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4
সমাধান: (c); $\frac{d}{dx}(\vec{r}) + \frac{d}{dy}(\vec{r}) + \frac{d}{dz}(\vec{r})$
$= 1 + 1 + 1 = 3.$

08. নিচের কোনটি X অক্ষের সমান্তরাল?
(a) $(\hat{i} \times \hat{j}) \times \hat{i}$ (b) $(\hat{i} + \hat{j}) \times \hat{k}$
(c) $(\hat{i} \times \hat{j}) \times \hat{j}$ (d) $(\hat{k} \times \hat{j}) \times \hat{k}$
সমাধান: (c); $(\hat{i} \times \hat{j}) = \hat{k}$
$(\hat{i} \times \hat{j}) \times \hat{j} = \hat{k} \times \hat{j} = -\hat{i}$ যা X অক্ষের সমান্তরাল কিন্তু বিপরীতমুখী।

09. দুটি সমান ভেক্টর থেকে শূন্য ভেক্টর পেতে হলে এদের মধ্যবর্তী কোণ হতে হবে-
(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°
সমাধান: (d); $R^2 = x^2 + x^2 + 2x^2.\cos 180°$
$= 2x^2 + (2x^2)(-1) = 0 \therefore R = 0$

10. যদি $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$ এবং $\vec{D} = \vec{B} \times \vec{A}$ হয় তাহলে $\vec{C}$ এবং $\vec{D}$-এর মধ্যবর্তী কোণ কত?
(a) 90° (b) 0° (c) 180° (d) 45°
সমাধান: (c); $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$
$\vec{D} = \vec{B} \times \vec{A} = -(\vec{A} \times \vec{B}) = -\vec{C}$

11. $\vec{A} + \vec{B} = \vec{A} - \vec{B}$ সম্পর্কটি কোন শর্তে সঠিক? [Ans. b]
(a) $\vec{A} = \underline{0}$ (b) $\vec{B} = \underline{0}$ (c) $\vec{A} = \vec{B}$ (d) $\vec{A} = -\vec{B}$

12. $\vec{A}.\vec{B} = 0$ হলে বুঝা যায়- [Ans. c]
(a) $\vec{A} = 0$ (b) $\vec{B} = 0$
(c) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ একে অপরের উপর লম্ব
(d) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ পরস্পর সমান্তরাল

13. দুটি ভেক্টর বিপরীত দিকে ক্রিয়ারত থাকলে লব্ধির মান কত হবে? [Ans. c]
(a) সর্বোচ্চ (b) সমান
(c) সর্বনিম্ন (d) কোনোটিই নয়

14. স্কেলার গুণফলের উদাহরণ-
(a) কাজ (b) টর্ক
(c) বল (d) কৌণিক ভরবেগ
সমাধান: (a); $W = \vec{F}.\vec{s} = F s\cos\theta.$

15. একটি ভেক্টরকে সর্বোচ্চ কয়টি উপাংশে ভাগ করা যায়? [Ans. d]
(a) দুটি (b) তিনটি
(c) ছয়টি (d) অসংখ্য

16. নিচের কোনটি একক ভেক্টর নির্দেশ করে? [Ans. d]
(a) $\hat{a} = \frac{A}{\bar{A}}$ (b) $\hat{a} = \frac{\bar{A}}{\bar{A}}$
(c) $\hat{a} = \frac{\bar{A}}{A^2}$ (d) $\hat{a} = \frac{\bar{A}}{A}$

17. $\vec{A} = 6\hat{i} + 3\hat{j} - 5\hat{k}$ এবং $\vec{B} = -4\hat{i} - 5\hat{j} + 2\hat{k}$ হলে, $\vec{A} - \vec{B} = ?$ [Ans. b]
(a) $10\hat{i} - 8\hat{j} + 2\hat{k}$ (b) $10\hat{i} + 8\hat{j} - 7\hat{k}$
(c) $5\hat{i} - 7\hat{j} - 5\hat{k}$ (d) $2\hat{i} - 8\hat{j} + 7\hat{k}$

18. 7 kg ভরের একটি বস্তুর ওপর প্রযুক্ত বল $\vec{F} = (2\hat{i} - 3\hat{j} + 6\hat{k})N$ হলে বস্তুটি কত ত্বরণ প্রাপ্ত হবে?
(a) $1.0\ ms^{-2}$ (b) $1.4\ ms^{-2}$
(c) $1.57\ ms^{-2}$ (d) $7.0\ ms^{-2}$
সমাধান: (a); $m = 7\ kg; F = \sqrt{2^2 + (-3)^2 + 6^2}$
$= \sqrt{49} = 7N \therefore a = \frac{F}{m} = \frac{7}{7} = 1\ ms^{-2}.$

19. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ পরস্পর সমান্তরাল হয় তখন-
(a) $\vec{A}.\vec{B} = 1$ (b) $\vec{A} \times \vec{B} = 0$
(c) $\vec{A}.\vec{B} = 0$ (d) $|\vec{A}| \times |\vec{B}| = 1$
সমাধান: (b); $\vec{A} \times \vec{B} = AB \sin 0° = \sin 0° = 0.$

20. একটি সামান্তরিকের সন্নিহিত দুটি বাহু যদি দুটি ভেক্টর দ্বারা নির্দেশিত হয় তবে এর ক্ষেত্রফল- [Ans. d]
(a) ভেক্টর দুটির যোগফলের সমান
(b) ভেক্টর দুটির বিয়োগফলের সমান
(c) ভেক্টর দুটির স্কেলার গুণফলের সমান
(d) ভেক্টর দুটির ভেক্টর গুণফলের সমান

21. কোনটি অপারেটর নয়?
(a) $\sin\theta$ (b) $\sqrt{}$ (c) log (d) $\frac{d}{dx}$
সমাধান: (a); **অপারেটর (Operator):** অপারেটর একটি ইংরেজি শব্দ। এর অভিধানগত অর্থ হলো 'চলক' বা 'সংঘটক' বা 'কার্যকারক'। কিন্তু বিজ্ঞানের ভাষায় বলা হবে– অপারেটর এক ধরনের প্রতীক বা সংকেত। এর নিজস্ব কোনো মান নেই। যেমন বর্গ (2), ঘন (3), বর্গমূল ($\sqrt{}$), sin, log ইত্যাদি। তবে এরা যখন অন্য কোনো রাশির সাথে যুক্ত হয় তখন একটি নির্দিষ্ট মান বহন করে।

22. কোনো অন্তরীকরণযোগ্য ভেক্টর অপেক্ষকের কার্ল হলো- [Ans. a]
(a) $\vec{\nabla} \times \vec{V}$ (b) $\vec{\nabla} V$
(c) $\vec{\nabla}.\vec{V}$ (d) $\vec{V}.\vec{\nabla}$

23. কোনো অন্তরীকরণযোগ্য ভেক্টর অপেক্ষকের ডাইভারজেন্স হলো- **[Ans. b]**
(a) $\vec{\nabla} \times \vec{V}$ (b) $\vec{\nabla}.\vec{V}$ (c) $\vec{\nabla} V$ (d) $\vec{V}.\vec{\nabla}$

24. কোনো অন্তরীকরণযোগ্য স্কেলার অপেক্ষকের গ্রেডিয়েন্ট হলো– **[Ans. b]**
(a) $\vec{\nabla}.\vec{V}$ (b) $\vec{\nabla}\varphi$
(c) $\vec{\nabla} \times \vec{V}$ (d) $\vec{\nabla}.\vec{\varphi}$

25. P ও Q এর স্থানাঙ্ক $(3, -2, 1)$ এবং $(3, -4, 5)$। PQ এর মান কত? **[Ans. b]**
(a) $\sqrt{29}$ (b) $\sqrt{20}$ (c) $\sqrt{56}$ (d) $6\sqrt{3}$

26. তিনটি ভেক্টর $\vec{A}, \vec{B}$ ও $\vec{C}$ এমন যে $\vec{A}\times\vec{B} + \vec{B}\times\vec{C} + \vec{C}\times\vec{A} = 0$; ভেক্টর তিনটি হলো– **[Ans. b]**
(a) একরেখীয় (b) একতলীয়
(c) একতলীয় নয় (d) কোনোটিই নয়

27. $(\hat{i}-\hat{j})$ এবং $(\hat{i}-\hat{k})$- এর মধ্যবর্তী কোণ কত?
(a) 30° (b) 60° (c) 90° (d) 180°

সমাধান: (b); আমরা জানি, $\vec{A}.\vec{B} = AB\cos\theta$
$(\hat{i}-\hat{j}).(\hat{i}-\hat{k}) = \sqrt{1^2+1^2}\sqrt{1^2+1^2}.\cos\theta$
$\Rightarrow 1 = \sqrt{2}.\sqrt{2}\cos\theta \Rightarrow \frac{1}{2} = \cos\theta$
$\Rightarrow \cos\theta° = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 60°$

28. $2\hat{i} + 3\hat{j}$ ভেক্টরটি X–অক্ষের সাথে কত কোণে আনত?
(a) $\tan^{-1}\frac{3}{2}$ (b) $\cos^{-1}\frac{2}{\sqrt{13}}$
(c) $\sin^{-1}\frac{2}{3}$ (d) $\cos^{-1}\frac{2}{3}$

সমাধান: (b); $\alpha = \cos^{-1}\frac{2}{\sqrt{2^2+3^2}} = \cos^{-1}\frac{2}{\sqrt{13}}$.

29. দুটি একক ভেক্টরের সমষ্টি একটি একক ভেক্টর। এদের বিয়োগফল কত?
(a) $\sqrt{2}$ (b) $\sqrt{3}$ (c) $\sqrt{4}$ (d) $\sqrt{7}$

সমাধান: (b); জানা আছে, দুটি একক ভেক্টরের সমষ্টি একটি একক ভেক্টর হলে তখন $\alpha = 120°$ হবে।
বিয়োগফল এর ক্ষেত্রে তখন $\alpha = 60°$
$R^2 = (1)^2 + (1)^2 + 2\times 1\times 1\cos 60°$
$\Rightarrow R^2 = 3 \therefore R = \sqrt{3}$.

30. $\vec{C} = \vec{A} - \vec{B}$ ভেক্টরটির মান $(A+B)$। $\vec{A}$ এবং $\vec{B}$ ভেক্টর দুটির মধ্যবর্তী কোণ– **[Ans. c]**
(a) 0 (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) π (d) 2π

31. $(\vec{a}.\vec{b})^2 = a^2b^2$ হলে $\vec{a}$ ও $\vec{b}$ ভেক্টর দুটির মধ্যবর্তী কোণ কত? **[Ans. d]**
(a) 90° (b) 60° (c) 45° (d) 0°

32. একটি সামান্তরিকের দুটি সন্নিহিত বাহু $\vec{P} = \hat{i} - \hat{j} + \hat{k}$ এবং $\vec{Q} = \hat{i} + \hat{j} - \hat{k}$ নির্দেশ করে তবে সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর।
(a) $2\sqrt{2}$ (b) 1 (c) $\sqrt{2}$ (d) 2

সমাধান: (a); ক্ষেত্রফল $= |\vec{P}\times\vec{Q}|$
$$\vec{P}\times\vec{Q} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 \end{vmatrix}$$
$= \hat{i}(1-1) - \hat{j}(-1-1) + \hat{k}(1+1) = 2\hat{j} + 2\hat{k}$
$\therefore$ ক্ষেত্রফল $= \sqrt{2^2+2^2} = \sqrt{8} = 2\sqrt{2}$ একক।

33. $\vec{A}\times\vec{B} = ?$ **[Ans. c]**
(a) $AB\cos\theta$ (b) $AB\sin\theta$
(c) $-\vec{B}\times\vec{A}$ (d) $\vec{B}\times\vec{A}$

34. ব্যাসার্ধ ভেক্টর ও প্রযুক্ত বলের ভেক্টর গুণনকে বলে–
(a) জড়তার ভ্রামক (b) টর্ক
(c) কৌণিক ভরবেগ (d) চক্রগতির ব্যাসার্ধ

সমাধান: (b); টর্ক, $|\tau| = |\vec{r}\times\vec{F}| = rF\sin\theta$.

35. $\vec{A}$ ও $\vec{A}$ এর বিপরীত ভেক্টরের লব্ধির মান– **[Ans. a]**
(a) 0 (b) 1 (c) A (d) 2A

36. $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব হলে $(\vec{P}+\vec{Q})\times(\vec{P}-\vec{Q}) = ?$
(a) $(\vec{P}\times\vec{Q})$ (b) $-2(\vec{Q}\times\vec{P})$
(c) $\vec{Q}\times\vec{P}$ (d) $2(\vec{Q}\times\vec{P})$

সমাধান: (d); $(\vec{P}+\vec{Q})\times(\vec{P}-\vec{Q})$
$= (\vec{P}\times\vec{P}) - (\vec{P}\times\vec{Q}) + (\vec{Q}\times\vec{P}) - (\vec{Q}\times\vec{Q})$
$= 0 + (\vec{Q}\times\vec{P}) + (\vec{Q}\times\vec{P}) - 0 = 2(\vec{Q}\times\vec{P})$

37. $(\vec{A}+\vec{B})$ ও $(\vec{A}-\vec{B})$ ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব হলে–
(a) A = 2B (b) A = B (c) 2A = B (d) A = 3B

সমাধান: (b); $(A+B).(A-B) = 0 \Rightarrow A^2 - B^2 = 0$
$\Rightarrow A^2 = B^2 \Rightarrow A = B$.

38. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ দুটি ভেক্টর- **[Ans. c]**
(i) $\vec{A}\times\vec{B} = \vec{B}\times\vec{A}$ (ii) $\vec{A}+\vec{B} = \vec{B}+\vec{A}$
(iii) $\vec{A}.\vec{B} = \vec{B}.\vec{A}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii
(c) ii, iii (d) i, ii, iii

ড. শাহজাহান তপন স্যার

01. নিচের কোন ক্রিয়াটি বিনিময় সূত্র মেনে চলে না? [Ans. b]
(a) ভেক্টর রাশির ডট গুণন (b) ভেক্টর রাশির ক্রস গুণন
(c) ভেক্টর রাশির যোগ (d) উপরের কোনোটিই নয়

02. ভেক্টর $\vec{A}, \vec{B}$ এবং $\vec{C}$ এর মান যথাক্রমে 12, 5 এবং 13 এবং $\vec{A}+\vec{B}=\vec{C}$। ভেক্টর $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কত? [Ans. b]
(a) π (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) শূন্য (d) $\frac{\pi}{4}$

03. ভেক্টর $\vec{A}=2\hat{i}-\hat{j}+2\hat{k}$ এর সমান্তরাল একক ভেক্টর –
(a) $\frac{2}{9}\hat{i}-\frac{1}{9}\hat{j}-\frac{2}{9}\hat{k}$ (b) $\frac{2}{3}\hat{i}-\frac{1}{3}\hat{j}+\frac{2}{3}\hat{k}$
(c) $\frac{2}{5}\hat{i}-\frac{1}{5}\hat{j}+\frac{2}{5}\hat{k}$ (d) $\hat{i}-\hat{j}+\hat{k}$
সমাধান: (b); $|\vec{A}|=\sqrt{4+1+4}=3$
$\hat{a}=\frac{\vec{A}}{|\vec{A}|}=\frac{2\hat{i}-\hat{j}+2\hat{k}}{3}=\frac{2}{3}\hat{i}-\frac{1}{3}\hat{j}+\frac{2}{3}\hat{k}$

04. 5N এবং 10N মানের দুটি বল একটি কণার উপর প্রযুক্ত হলে নিম্নের কোন বলটি কণাটির উপর লব্ধি হতে পারে না?
(a) 5 N (b) 10 N (c) 15 N (d) 20 N
সমাধান: (d); $R_{max}=(10+5)N = 15N$
$R_{min}=(10-5)N = 5\ N$
∴ লব্ধির মান (5-15) এর মধ্যে হবে।

05. কোনো বল দ্বারা কৃতকাজ, $W=\vec{F}.\vec{S}$। কোন এক ক্ষেত্রে $\vec{F}$ এবং $\vec{S}$ শূন্য না হলেও কৃতকাজ শূন্য। এ থেকে আমরা বলতে পারি –
(a) $\vec{F}$ এবং $\vec{S}$ এর দিক একই
(b) $\vec{F}$ এবং $\vec{S}$ বিপরীতমুখী
(c) $\vec{F}$ এবং $\vec{S}$ পরস্পরের উপর লম্ব
(d) $\vec{F}$ এবং $\vec{S}$ পরস্পর সমান্তরাল
সমাধান: (c); $W=\vec{F}.\vec{s}=Fs\cos\theta=0 \therefore \cos\theta=0$

06. মান শূন্য নয় এ রকম একটি ভেক্টরকে তার মান দিয়ে ভাগ করলে কী পাওয়া যায়? [Ans. a]
(a) একক ভেক্টর (b) সমতলীয় ভেক্টর
(c) অবস্থান ভেক্টর (d) নাল ভেক্টর

07. $\hat{j}.(2\hat{i}-3\hat{j}+\hat{k})$ এর মান কত? [Ans. d]
(a) −2 (b) 3 (c) 1 (d) −3

08. দুটি দিক রাশির প্রত্যেকটির মান 10 একক। এদের লব্ধির মান $10\sqrt{2}$ একক হলে তাদের মধ্যবর্তী কোণ কত?
(a) 0° (b) 60° (c) 90° (d) 120°
সমাধান: (c); $(10\sqrt{2})^2=(10)^2+(10)^2 +2.10.10\cos\alpha$
$\Rightarrow 0=200\cos\alpha \Rightarrow \cos\alpha=0 \therefore \alpha=90°$.

09. স্রোতের বেগের মানের $\sqrt{2}$ গুণ মানের বেগে সাঁতার কেটে একজন সাঁতারু নদীর অপর পাড়ে সোজাসুজি গিয়ে পৌঁছল। নদীর তীরের সাথে সাঁতারুর বেগের কোণ নির্ণয় কর।
(a) 120° (b) 130° (c) 135° (d) 65°
সমাধান: (c); $u=u, v=\sqrt{2}u, \theta=90°$
$\tan\theta=\frac{v\sin\alpha}{u+v\cos\alpha}$
বা, $\cos\alpha=-\frac{u}{v}=-\frac{u}{\sqrt{2}u}=-\frac{1}{\sqrt{2}} \therefore \alpha=135°$.

10. যদি $\vec{A}, \vec{B}$ ও $\vec{C}$ তিনটি ভেক্টর রাশি এবং $\vec{C}=\vec{A}\times\vec{B}$ হয়, তাহলে $\vec{C}$ এর দিক হবে- [Ans. c]
(a) $\vec{A}$ বরাবর (b) $\vec{B}$ বরাবর
(c) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ উভয়ের লম্ব বরাবর
(d) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ উভয়ের সমান্তরাল বরাবর

11. তিনটি ভেক্টর, $\vec{a}, \vec{b}$ ও $\vec{c}$ যাদের মান যথাক্রমে 4, 3 এবং 5, যোগ করলে শূন্য হয় অর্থাৎ $\vec{a}+\vec{b}+\vec{c}=0$ তাহলে $|\vec{c}\times(\vec{a}\times\vec{b})|$ এর মান হলো-
(a) 12 (b) 60 (c) 25 (d) 15
সমাধান: (b); $|\vec{c}\times(\vec{a}\times\vec{b})|=|\vec{c}\times(ab\sin90°\hat{\eta})|$
$=|abc\sin90°\hat{\eta}|=abc=4\times3\times5=60$.

12. দুটি ভেক্টর $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ পরস্পর সমান্তরালে ক্রিয়া করছে। ভেক্টরদ্বয় হবে- [Ans. d]
(i) সমরেখ ভেক্টর (ii) সমতলীয় ভেক্টর
(iii) পরস্পর বিপরীত ভেক্টর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, ii (c) i, iii (d) i, ii, iii

13. $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি ভেক্টর কোনো বিন্দুতে ক্রিয়া করলে তাদের লব্ধির মান হতে পারে- [Ans. d]
(i) $\sqrt{P^2+Q^2}$ (ii) $\sqrt{P^2+Q^2+2PQ}$
(iii) $\sqrt{P^2+Q^2+2PQ\cos\alpha}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

14. কোনো ভেক্টর R কে যদি দুটি পরস্পর লম্ব উপাংশে বিভাজিত করা হয় তাহলে R এর সাথে- [Ans. a]
(i) α কোণে উপাংশের মান $X=R\cos\alpha$
(ii) $(90°-\alpha)$ কোণে উপাংশের মান $Y=R\sin\alpha$
(iii) β কোণে উপাংশের মান $Y=R\sin\beta$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

15. $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ ভেক্টর দুটি থেকে পাই- [Ans. d]
(i) $\vec{P}\times\vec{Q}\neq\vec{Q}\times\vec{P}$ (ii) $\vec{P}+\vec{Q}=\vec{Q}+\vec{P}$
(iii) $\vec{P}.\vec{Q}=\vec{Q}.\vec{P}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

16. $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ পরস্পরের বিপরীত ভেক্টর হলে- [Ans. c]
(i) $\vec{P}+\vec{Q}=\vec{0}$ (ii) $\vec{P}.\vec{Q}=0$
(iii) $\vec{P}\times\vec{Q}=\vec{0}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) i, iii (d) i, ii, iii

ড. তফাজ্জল হোসেন স্যার

01. $\hat{i}\times\hat{k}=?$ [Ans. d]
(a) $\hat{j}$ (b) 0 (c) 1 (d) $-\hat{j}$

02. ভেক্টরকে ভেক্টর দ্বারা গুণ করলে গুণফল হয়– [Ans. c]
(a) স্কেলার (b) ভেক্টর
(c) কখনও স্কেলার, কখনও ভেক্টর
(d) ধ্রুবক

03. যদি $\vec{A}\times\vec{B}=\vec{C}$ হয় $\vec{C}$ ভেক্টর– [Ans. d]
(a) শুধু $\vec{A}$ এর সাথে লম্ব (b) শুধু $\vec{B}$ এর সাথে লম্ব
(c) শুধু $\vec{B}$ এর সাথে সমান্তরাল
(d) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ উভয়ের সাথে লম্ব

04. সঠিক উত্তর কোনটি ? [Ans. c]
(a) $\hat{k}\times\hat{j}=\hat{i}$ (b) $\hat{k}\times\hat{j}=1$
(c) $\hat{k}\times\hat{j}=-\hat{i}$ (d) $\hat{k}\times\hat{j}=0$

05. নিচের কোনটি ভেক্টর রাশি? [Ans. a]
(a) বৈদ্যুতিক প্রাবল্য (b) বৈদ্যুতিক বিভব
(c) ভর (d) বিদ্যুৎ প্রবাহ

06. আয়তন একটি- [Ans. a]
(a) স্কেলার রাশি (b) ভেক্টর রাশি
(c) নাল ভেক্টর
(d) কখনও স্কেলার কখনও ভেক্টর

07. $(\vec{A}-\vec{B})$ এর সর্বোচ্চ মান কত? [Ans. c]
(a) $A-B$ (b) A
(c) $A+B$ (d) $\sqrt{A^2+B^2}$

08. F_1 ও F_2 বল 1টি বস্তুর 1টি বিন্দুতে লম্বভাবে ক্রিয়া করছে, এদের লব্ধি বল হবে-
(a) F_1+F_2 (b) F_1-F_2
(c) $\sqrt{F_1^2+F_2^2}$ (d) $\sqrt{F_1^2-F_2^2}$
সমাধান: (c); $R=\sqrt{F_1^2+F_2^2+2F_1F_2\cos90°}$
$=\sqrt{F_1^2+F_2^2+0}=\sqrt{F_1^2+F_2^2}$.

09. $\vec{F}=q\vec{v}\times\vec{B}$, সমীকরণ হতে $\vec{F}$ হল- [Ans. c]
(a) শুধুমাত্র $\vec{v}$ এর সাথে লম্ব (b) শুধুমাত্র $\vec{B}$ উপর লম্ব
(c) $\vec{v}$ ও $\vec{B}$ উভয়ের উপর লম্ব (d) q ও $\vec{B}$ উপর লম্ব

10. পরস্পর সমান্তরাল $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ যোগ করা হলে, লব্ধি হবে-
(a) $\vec{A}$ এর দ্বিগুণ (b) $\vec{B}$ এর দ্বিগুণ
(c) $\vec{A}$ এর সমান্তরাল (d) $\vec{A}$ এর বিপরীত
সমাধান: (c); সমান্তরাল ভেক্টরসমূহের লব্ধি ভেক্টর প্রতিটি উপাংশের সমান্তরাল।

11. একই সমতলে ভিন্ন মান সম্পন্ন সর্বনিম্ন কয়টি ভেক্টরের যোগ ফল শূন্য হবে?
(a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 5
সমাধান: (b); দুটির ক্ষেত্রে উভয় ভেক্টর সমান হলেই লব্ধি শূন্য। তাই সর্বনিম্ন তিনটি অসমান ভেক্টরের যোগফল শূন্য।

12. যদি $\vec{A}\times\vec{B}=\vec{B}\times\vec{A}$ তবে এদের মধ্যবর্তী কোণ- [Ans.a]
(a) π (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) $\frac{\pi}{3}$ (d) $\frac{\pi}{4}$

13. একক মান সম্পন্ন ভেক্টর $\vec{A}$. X অক্ষের ধনাত্মক দিকের সাথে 45° কোণ উৎপন্ন করে তাহলে $\vec{A}$ এর x ও y উপাংশের জন্য- [Ans. b]
(a) $A_X=A_Y=1$ (b) $A_X=A_Y=\frac{1}{\sqrt{2}}$
(c) $A_X=A_Y=\frac{1}{2}$ (d) $A_X=A_Y=\sqrt{2}$

14. সঠিক উত্তরটি নির্ণয় কর। [Ans. a]
(i) ভরবেগ, ত্বরণ, সরণ ও বল ভেক্টর রাশি
(ii) ওজন, ভর, টর্ক, শক্তি এবং কাজ স্কেলার রাশি
(iii) কৌণিক বেগ, ভরবেগ, চলতড়িৎ ভেক্টর রাশি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) iii (d) i, ii, iii

15. একটি ভেক্টর $\vec{A}$ এর উপাংশসমূহ A_x এবং A_y এবং ভেক্টরটি +X অক্ষের সাথে θ কোণ উৎপন্ন করলে- [Ans. c]
(i) $\cos\theta=\frac{A_x}{\sqrt{A_x^2+A_y^2}}$ (ii) $A=A_x+A_y$
(iii) $\tan\theta=\frac{A_y}{A_x}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) i, iii (d) i, ii, iii

16. কোন ভেক্টরের পাদবিন্দু ও শীর্ষবিন্দু একই হলে ভেক্টরটি হবে- [Ans. d]
(i) সমরেখ ভেক্টর (ii) শূন্য ভেক্টর
(iii) স্বাধীন ভেক্টর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) iii (d) i, ii, iii

17. ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় ধনাত্মক x, y ও z অক্ষের দিকে ব্যবহৃত যথাক্রমে $\hat{i}, \hat{j}$ ও $\hat{k}$ একক ভেক্টরগুলোকে আয়ত একক ভেক্টর বলে। **[Ans. b]**
$\hat{i}, \hat{j}$ ও $\hat{k}$ একক ভেক্টরের সম্পর্ক হলো:
(i) $\hat{i} \times \hat{j} = \hat{k}$ (ii) $\hat{k} \times \hat{k} = \vec{0}$ (iii) $i.i = 0$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

18. $|\vec{a} + \vec{b}| = |\vec{a} - \vec{b}|$ হলে- **[Ans. b]**
(i) $\vec{a} = \vec{b}$ (ii) $\vec{a} \perp \vec{b}$ (iii) $\vec{a} \,||\, \vec{b}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, ii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও।
$\vec{A} = 6\hat{i} - 3\hat{j}$ এবং $\vec{B} = 6\hat{i} - 2\hat{j}$ হলে

19. $\vec{A}$ এর মান - **[Ans. a]**
(a) $3\sqrt{5}$ (b) $5\sqrt{3}$ (c) 27 (d) 45

20. $|\vec{A} + \vec{B}| = ?$ **[Ans. c]**
(a) $2\sqrt{5}$ (b) 5 (c) 13 (d) 25

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও।
$\vec{A} = 3\hat{i} - 3\hat{k}$ এবং $\vec{B} = 6\hat{i} + 7\hat{j}$ দুটি ভেক্টর রাশি।

21. $\vec{A}.\vec{B}$ এর মান - **[Ans. c]**
(a) −3 (b) 3 (c) 18 (d) 39

22. $\vec{A} \times \vec{B}$ এর মান- **[Ans. c]**
(a) 0 (b) 23.62 (c) 34.73 (d) 39

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি লনরোলারের ভর 10 kg। এর উপর নিচের চিত্রের ন্যায় বল প্রয়োগ করা হয়েছে। $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

30°, F = 100N, $\vec{W}$

23. লনরোলারটির আপাত ওজন বৃদ্ধির পরিমাণ- **[Ans. a]**
(a) 50 N (b) 86.6 N (c) 98 N (d) 148 N

24. যদি রাস্তার সাথে লনরোলারটির কোন ঘর্ষণ না থাকে তবে লনরোলারটির ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক? **[Ans. b]**
(a) আপাত ওজন হ্রাস পাবে (b) সমবেগে চলবে
(c) ত্বরণ বৃদ্ধি পাবে (d) ত্বরণ একই থাকবে

◆ MCQ: সম্ভাব্য নমুনা প্রশ্ন ও সমাধান:

01. কোনো সামান্তরিকের দুটি সন্নিহিত বাহু যদি দুটি ভেক্টরের মান ও দিক নির্দেশ করে তাহলে ঐ সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল হবে- **[Ans: d]**
(a) ভেক্টর দুটির যোগফলের সমান
(b) ভেক্টর দুটির বিয়োগফলের সমান
(c) ভেক্টর দুটির ডট গুণফলের সমান
(d) ভেক্টর দুটির ক্রস গুণফলের মানের সমান

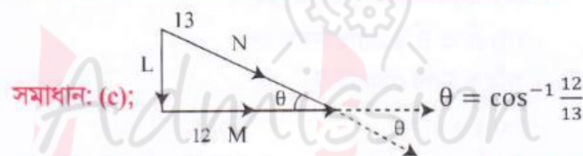
02. $\vec{A} = -\vec{B}$ হলে, $\vec{A} \times \vec{B}$ এর মান কত? **[Ans: a]**
(a) 0 (b) 1 (c) $-A^2$ (d) $-B^2$

03. দুটি সমমানের ভেক্টর থেকে শূন্য ভেক্টর পেতে এদের মধ্যবর্তী কোণ হবে- **[Ans: d]**
(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°

05. যদি $\vec{P} \cdot \vec{Q} = |\vec{P} \times \vec{Q}|$ হয়, তাহলে ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ কত?
(a) 0 (b) $\frac{\pi}{4}$ (c) $\frac{\pi}{2}$ (d) π
সমাধান: (b); $\vec{P} \cdot \vec{Q} = |\vec{P} \times \vec{Q}| \Rightarrow PQ\cos\theta = PQ\sin\theta$
$\Rightarrow \cos\theta = \sin\theta \Rightarrow \tan\theta = 1 \therefore \theta = \frac{\pi}{4}$

06. যদি ভেক্টর $\vec{L}, \vec{M}$ এবং $\vec{N}$ এর মান যথাক্রমে 5, 12 এবং 13 একক এবং $\vec{L} + \vec{M} = \vec{N}$ হয়, তবে $\vec{M}$ এবং $\vec{N}$ এর মধ্যবর্তী কোণের মান কোনটি?
(a) $\cos^{-1}\frac{5}{12}$ (b) $\cos^{-1}\frac{5}{13}$ (c) $\cos^{-1}\frac{12}{13}$ (d) $\cos^{-1}\frac{13}{5}$

সমাধান: (c); $\theta = \cos^{-1}\frac{12}{13}$



07. কোনটি স্কেলার রাশি? **[Ans: a]**
(a) তড়িৎ বিভব (b) তড়িৎ প্রাবল্য
(c) বেগ (d) ভরবেগ

08. $\vec{R}$, $\vec{R_y}$, θ, $\vec{R_x}$
θ- এর মান 0° হতে 90° পর্যন্ত বৃদ্ধি করা হলে– **[Ans: a]**
(a) R_x কমবে, R_y বাড়বে (b) R_x বাড়বে, R_y কমবে
(c) R_x বাড়বে, R_y বাড়বে (d) R_x কমবে, R_y কমবে

09. নিচের কোন ভেক্টরটি Y-অক্ষের সমান্তরাল?
(a) $(\hat{i} + \hat{j}) \times \hat{i}$ (b) $(\hat{i} \times \hat{j}) \times \hat{k}$
(c) $(\hat{i} \times \hat{j}) \times \hat{j}$ (d) $(\hat{k} \times \hat{j}) \times \hat{k}$
সমাধান: (d); $(\hat{k} \times \hat{j}) \times \hat{k} = -\hat{i} \times \hat{k} = \hat{j}$

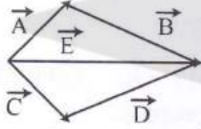
10. $\hat{j} + \hat{k}$ ভেক্টর– **[Ans: d]**
(i) এর মান $\sqrt{2}$ (ii) YZ তলে অবস্থান করে
(iii) X অক্ষের সাথে 90° কোণ উৎপন্ন করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i,ii, iii

11. $\vec{A} \times \vec{B} = ?$ [Ans: c]
(a) $\hat{\eta}AB\cos\theta$ (b) $AB\sin\theta$
(c) $-\vec{B} \times \vec{A}$ (d) $\vec{B} \times \vec{A}$

12. $\vec{A} = 2\hat{i} - 7\hat{j}$ ও $\vec{B} = 7\hat{k}$ হলে-
(a) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ পরস্পর সমান্তরাল (b) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ পরস্পর লম্ব
(c) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ $45°$
(d) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ $60°$
সমাধান: (b); $\vec{A} \cdot \vec{B} = (2\hat{i} - 7\hat{j}) \cdot (7\hat{k}) = 0$

13. দুটি ভেক্টর সদৃশ হবার পর্যাপ্ত শর্ত– [Ans: a]
(i) সমজাতীয় (ii) দিক একই (iii) মান এক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

14. চিত্রে $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}, \vec{D}$ ও $\vec{E}$ পাঁচটি ভেক্টর। ভেক্টরগুলোর লব্ধির মান কত?



(a) $\vec{E}$ (b) $2\vec{E}$ (c) $3\vec{E}$ (d) $5\vec{E}$
সমাধান: (c); $\vec{A} + \vec{B} = \vec{E}$; $\vec{C} + \vec{D} = \vec{E}$; $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D} + \vec{E} = 3\vec{E}$

15. ভেক্টর বীজগণিতের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য- [Ans: d]
(i) $\vec{P} + \vec{Q} = \vec{Q} + \vec{P}$ (ii) $(\vec{P} + \vec{Q}) + \vec{R} = \vec{P} + (\vec{Q} + \vec{R})$
(iii) $m(\vec{P} + \vec{Q}) = m\vec{P} + m\vec{Q}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

16. $\vec{A} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$ হলে, $\vec{A}$ এর বিপরীত ভেক্টর কত হবে? [Ans: a]
(a) $3\hat{j} - 2\hat{i} - 4\hat{k}$ (b) $3\hat{j} + 3\hat{i} - 4\hat{k}$
(c) $3\hat{j} - 2\hat{i} + 4\hat{k}$ (d) $2\hat{j} - 3\hat{i} - 4\hat{k}$

17. $\vec{A}$, X অক্ষের সাথে $30°$ কোণে ক্রিয়াশীল, Y অক্ষ বরাবর উপাংশের মান 3 একক হলে X অক্ষ বরাবর উপাংশের মান-
(a) $\frac{3}{2}$ (b) 3 একক (c) $3\sqrt{3}$ একক (d) 6 একক
সমাধান: (c); $A\sin\theta = 3$; $\therefore A\cos\theta = (A\sin\theta) \times \cot\theta = 3 \times \cot 30° = 3\sqrt{3}$

18. দুটি ভেক্টরের ভেক্টর গুণফল- [Ans: d]
(i) একটি ভেক্টর রাশি (ii) তলের সাথে লম্ব
(iii) শূন্য হলে ভেক্টর দুটি সমান্তরাল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii iii

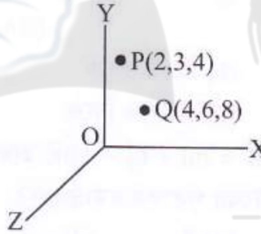
19. যদি $\vec{A} = -3\vec{B}$ হয় তাহলে $\vec{A}, \vec{B}$ ভেক্টরদ্বয় হবে– [Ans: c]
(i) সদৃশ ভেক্টর (ii) পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে
(iii) সমজাতীয় ভেক্টর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

20. $\{(\hat{i} \times \hat{j}) \times (\hat{k} \times \hat{j})\} \cdot \hat{j}$ এর মান কত? [Ans: b]
(a) $+1$ (b) -1 (c) 0 (d) $-\hat{j}$

21. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ সামান্তরিকের দুইটি কর্ণ হলে এর ক্ষেত্রফল হবে– [Ans: b]
(a) $|\vec{A} \times \vec{B}|$ বর্গ একক (b) $\frac{1}{2}|\vec{A} \times \vec{B}|$ বর্গ একক
(c) $\vec{A} \times \vec{B}$ বর্গ একক (d) $\frac{1}{2}\vec{A} \times \vec{B}$ বর্গ একক

22. $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + 2\hat{k}$ হলে, $\vec{\nabla} \cdot \vec{r} = ?$
(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4
সমাধান: (b); $\vec{\nabla} \cdot \vec{r} = \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right) \cdot (x\hat{i} + y\hat{j} + 2\hat{k})$
$= \frac{\partial}{\partial x}(x) + \frac{\partial}{\partial y}(y) + \frac{\partial}{\partial z}(2) = 1 + 1 + 0 = 2$

23. $\vec{A} \cdot (\vec{B} \times \vec{C}) = 0$ হলে $\vec{A}, \vec{B}$ ও $\vec{C}$ এর মধ্যে সম্পর্ক কী হবে? [Ans: c]
(a) সমরৈখিক (b) পরস্পর লম্ব
(c) সমতলীয় (d) সমজাতীয়

24.


চিত্রের আলোকে $|\vec{PQ}| =$ কত?
(a) $\sqrt{29}$ (b) $\sqrt{21}$ (c) $\sqrt{19}$ (d) $\sqrt{13}$
সমাধান: (a); $|\vec{PQ}| = |\vec{OQ} - \vec{OP}|$
$= \sqrt{(4-2)^2 + (6-3)^2 + (8-4)^2} = \sqrt{29}$

25. দুটি 20N বল পরস্পর $70°$ কোণে ক্রিয়া করে। লব্ধি ও যে কোনো একটি বলের অর্ন্তভুক্ত কোণের মান কত হবে?
(a) $30°$ (b) $35°$ (c) $45°$ (d) $50°$
সমাধান: (b); দুইটি সমান বলের লব্ধি অন্তর্ভুক্ত কোণকে সমদ্বিখণ্ডিত করে।

26. করতোয়া নদীতে স্রোতের বেগ $4\ kmh^{-1}$। মাঝি $10\ kmh^{-1}$ বেগে একটি নৌকাকে স্রোতের সাথে কত ডিগ্রি কোণে চালনা করলে আড়াআড়িভাবে নদী পার হতে পারবে?
(a) $98.5°$ (b) $113.5°$
(c) $116.5°$ (d) কোনটিই নয়
সমাধান: (b); $\theta = \cos^{-1}\left(-\frac{u}{v}\right) = \cos^{-1}\left(-\frac{4}{10}\right) = 113.5°$

27. $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - 5\hat{k}$ এবং $\vec{B} = m\hat{i} + 2\hat{j} + 10\hat{k}$ এর m মান কত হলে ভেক্টরদ্বয় পরস্পরের উপর লম্ব হবে?
(a) 20 (b) 22 (c) 21 (d) 25
সমাধান: (b); $2m + 3 \cdot 2 - 5 \cdot 10 = 0 \Rightarrow m = 22$

28. একটি বর্গক্ষেত্রের দুইটি কর্ণ যথাক্রমে $\vec{A}$ এবং $\vec{B}$ হলে বর্গক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল হবে? **[Ans: b]**
(a) $|\vec{A}\times\vec{B}|$ (b) $\frac{1}{2}|\vec{A}\times\vec{B}|$
(c) $|\vec{A}|\times|\vec{B}|$ (d) $\frac{|\vec{A}\times\vec{B}|}{|\vec{A}|\times|\vec{B}|}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি নৌকার স্রোতের অনুকূলে বেগ 10kmh^{-1} এবং প্রতিকূলে বেগ $6\ \text{kmh}^{-1}$

29. নৌকার বেগ কত?
(a) $8\ \text{kmh}^{-1}$ (b) $7\ \text{kmh}^{-1}$
(c) $10\ \text{kmh}^{-1}$ (d) $4\ \text{kmh}^{-1}$
সমাধান: (a); $v+u=10;\ v-u=6 \therefore v=8$

30. নৌকাটি স্রোতের বেগের সাথে কত কোণে চললে তা সোজা অপর পাড়ে পৌঁছাবে?
(a) 120° (b) 240° (c) 110.2° (d) 104.5°
সমাধান: (d); $\alpha=\cos^{-1}\left(-\frac{u}{v}\right)=\cos^{-1}\left(-\frac{2}{8}\right)=104.5°$

31. বিপ্রতীপ ভেক্টরের দিক- **[Ans: b]**
(a) লম্ব দিকে (b) একই দিকে
(c) বিপরীত দিকে (d) কৌণিক দিকে

32. $\vec{A}=\hat{i}-3\hat{j}+5\hat{k}$ এবং $\vec{B}=m\hat{i}+6\hat{j}-10\hat{k}$ হলে, m এর কোন মানের জন্য ভেক্টরদ্বয় পরস্পর সমান্তরাল?
(a) 2 (b) −2 (c) 3 (d) −3
সমাধান: (b); $\frac{1}{m}=\frac{-3}{6}=\frac{5}{-10}\therefore m=-2$

33. দুটি বলের বৃহত্তম লব্ধি 10N ও ক্ষুদ্রতম লব্ধি 4N; বল দুটি পরস্পরের সাথে 90° কোণে ক্রিয়া করলে লব্ধির মান কত?
(a) 7 (b) $\sqrt{58}$ (c) 8 (d) $\sqrt{68}$
সমাধান: (b); $2R_{\perp}^2=R_{max}^2+R_{min}^2$
$\Rightarrow 2R_{\perp}^2=10^2+4^2 \therefore R_{\perp}=\sqrt{58}\ \text{N}$

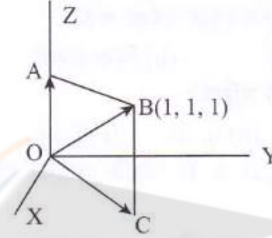
34. 4ms^{-1} বেগে দৌড়ে যাবার সময় সামি 6ms^{-1} বেগে লম্বভাবে পতিত বৃষ্টির সম্মুখীন হলে উল্লম্বের সাথে কত কোণে ছাতা ধরতে হবে?
(a) 30° (b) 33.7° (c) 37.3° (d) 43°
সমাধান: (b); $\theta=\tan^{-1}\left(\frac{\text{লোকের বেগ}}{\text{বৃষ্টির বেগ}}\right)=\tan^{-1}\left(\frac{4}{6}\right)=33.7°$

35. সমকোণে একটি বিন্দুতে ক্রিয়াশীল দুটি সমান বলের লব্ধির মান যেকোন একটি বলের-
(a) 2 গুণ (b) $\sqrt{2}$ গুণ (c) সমান (d) $\sqrt{3}$ গুণ
সমাধান: (b); $R^2=\sqrt{P^2+P^2}\Rightarrow R=\sqrt{2}P$

36. মান শূন্য নয় এ রকম একটি ভেক্টরকে তার মান দিয়ে ভাগ করলে কী পাওয়া যায়? **[Ans: a]**
(a) একক ভেক্টর (b) সমতলীয় ভেক্টর
(c) অবস্থান ভেক্টর (d) নাল ভেক্টর

38. দুটি ভেক্টর, $\vec{A}=4\hat{i}+3\hat{j}+\hat{k}$; $\vec{B}=2\hat{i}+\hat{j}+5\hat{k}$ একটি সামান্তরিকের দুটি কর্ণ নির্দেশ করলে, সামান্তরিকটির ক্ষেত্রফল হবে-
(a) 11.45 বর্গ একক (b) 22.9 বর্গ একক
(c) 5.1 বর্গ একক (d) 27.9 বর্গ একক
সমাধান: (a); ক্ষেত্রফল= $\frac{1}{2}\times|\vec{A}\times\vec{B}|=11.45$

নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



39. $\overline{OC}$ ভেক্টর কোনটি? **[Ans: a]**
(a) $\hat{i}+\hat{j}$ (b) $\hat{j}+\hat{k}$ (c) $\hat{i}+\hat{k}$ (d) $\hat{i}+\hat{j}+\hat{k}$

40. OABC ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল–
(a) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ বর্গ একক (b) $\sqrt{2}$ বর্গ একক
(c) 2 বর্গ একক (d) $2\sqrt{2}$ বর্গ একক
সমাধান: (b); $\overline{OA}=\hat{k}$; $\overline{OC}=\hat{i}+\hat{j}$
$$\overrightarrow{OA}\times\overrightarrow{OC}=\begin{vmatrix}\hat{i} & \hat{j} & \hat{k}\\ 0 & 0 & 1\\ 1 & 1 & 0\end{vmatrix}=-\hat{i}+\hat{j}$$
$|\overrightarrow{OA}\times\overrightarrow{OC}|=\sqrt{(-1)^2+1^2}=\sqrt{2}$

41. $\hat{i}\times\hat{k}=$ কত? **[Ans: c]**
(a) 1 (b) 0 (c) $-\hat{j}$ (d) $\hat{j}$

42. ডিফারেনসিয়াল ক্যালকুলাস সম্পর্কে প্রযোজ্য– **[Ans: c]**
(i) বিজ্ঞানী নিউটন সর্বপ্রথম তাত্ত্বিক পদার্থ বিজ্ঞানে প্রয়োগ করেন
(ii) ত্বরণ ও বক্র রেখার ঢাল হিসাব করা যায়
(iii) বস্তুর ভরকেন্দ্র, কাজ ও চাপ হিসাব করা যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) iii (b) ii, iii (c) i, ii (d) i, iii

43. ভেক্টর অপারেটরের বৈশিষ্ট্য–
(i) কার্ল একটি ভেক্টর রাশি
(ii) গ্রেডিয়েন্ট একটি ভেক্টর রাশি
(iii) কোনো ভেক্টর ক্ষেত্রের কার্ল এর ডাইভারজেন্স শূন্য
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (d); $\because\ \vec{\nabla}\cdot(\vec{\nabla}\times\vec{V})=0$

44. ক্যালকুলাস অনুসারে বেগের সংজ্ঞা কোনটি? **[Ans: b]**
(a) $v=\frac{dv_0}{dt}$ (b) $v=\frac{ds}{dt}$ (c) $v=\frac{dv}{dt}$ (d) $v=\frac{da}{dt}$

45. ডাইভারজেন্সের ক্ষেত্রে –

(i) প্রবাহীর আয়তন বাড়লে কোনো বিন্দুর ঘনত্ব হ্রাস পায়। এটি ধনাত্মক মান

(ii) ইহার মান শূন্য হলে আগত ও নির্গত ফ্লাক্স সমান হয়

(iii) ইহা ভেক্টরের ঘূর্ণন সংখ্যা নির্দেশ করে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

সমাধান: (a); কার্ল (Curl) ভেক্টরের ঘূর্ণন সংখ্যা নির্দেশ করে

46. p এর মান কত হলে $\vec{r} = (x + 3y)\hat{i} + (py - z)\hat{j} + (x - 2z)\hat{k}$ সলিনয়েড হবে?

(a) 1 (b) −1 (c) −2 (d) 3

সমাধান: (a); $\vec{\nabla} \cdot \vec{r} = \left(\frac{\delta}{\delta x}\hat{i} + \frac{\delta}{\delta y}\hat{j} + \frac{\delta}{\delta z}\hat{k}\right) \cdot \{(x + 3y)\hat{i} + (py - z)\hat{j} + \hat{k}(x - 2z)\}$

$0 = 1 + p - 2 \therefore p = 1$

47. $\vec{\nabla} \times \vec{v} = ?$

(a) $\vec{\omega}$ (b) $2\vec{\omega}$ (c) $3\vec{\omega}$ (d) $4\vec{\omega}$

সমাধান: (b); কার্ল এর মাধ্যমে প্রাপ্ত ভেক্টরটির মান ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে কৌণিক বেগের দ্বিগুণ হয়।

✪✪✪ জ্ঞানমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর ✪✪✪

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. সমান ভেক্টর কী? [DB'22]

উত্তর: একই দিকে ক্রিয়ারত দুটি সমজাতীয় ভেক্টরের মান সমান হলে, তাদেরকে সমভেক্টর বা সমান ভেক্টর বলে।

02. ভেক্টর যোগের ত্রিভুজ সূত্রটি লেখ। [RB'22]

উত্তর: যদি কোনো ত্রিভুজের দুটি বাহু একইক্রমে দিকে ও মানে দুটি ভেক্টর রাশিকে নির্দেশ করে তাহলে ত্রিভুজের তৃতীয় বাহুটি বিপরীতক্রমে ভেক্টরদ্বয়ের লব্ধি নির্দেশ করবে।

03. ডট গুণন কী? [Ctg.B'22]

উত্তর: দুটি ভেক্টর রাশির গুণনে গুণফল একটি স্কেলার রাশি হলে এই গুণনকে স্কেলার বা ডট গুণন বলে।

04. কার্লের সংজ্ঞা দাও। [SB'22, SB'17; BB'22]

উত্তর: কার্ল হল একটি ভেক্টর রাশি, যার মাধ্যমে কোনো ভেক্টর ক্ষেত্রের নির্দিষ্ট বিন্দুতে ঘূর্ণনের মান ও দিক জানা যায়। $\vec{V}(x, y, z)$ একটি ভেক্টরক্ষেত্র হলে, Curl $\vec{V} = \vec{\nabla} \times \vec{V}$

05. অবস্থান ভেক্টর কাকে বলে? [SB'22; RB'21; Ctg.B'21,17; SB'21; BB'21; JB'21; Din.B'21;]

উত্তর: প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে কোনো বিন্দুর অবস্থান যে ভেক্টরের সাহায্যে নির্ণয় বা নির্দেশ করা হয়, তাকে অবস্থান ভেক্টর বলে।

06. স্বাধীন ভেক্টর কী? [BB'22; JB'17]

উত্তর: কোনো ভেক্টর রাশির পাদবিন্দু কোথায় হবে তা যদি ইচ্ছেমতো পছন্দ করা যায়, তবে সেই ভেক্টরকে স্বাধীন ভেক্টর বলে।

07. একক ভেক্টর কাকে বলে? [JB'22; CB'22, 21; CB'21; RB'17]

উত্তর: যে ভেক্টরের মান এক একক তাকে একক ভেক্টর বলে।

08. ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স কাকে বলে? [CB'22; CB'19]

উত্তর: ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স হলো একটি স্কেলার মান, যা ভেক্টর ক্ষেত্রের নির্দিষ্ট বিন্দুতে ফ্লাক্সের মান নির্দেশ করে।

09. সদৃশ ভেক্টর কাকে বলে? [Din.B'22]

উত্তর: সমজাতীয় দুই বা ততোধিক ভেক্টর যদি একই দিকে ক্রিয়া করে তবে তাদেরকে সদৃশ ভেক্টর বলে।

10. ভেক্টর অপারেটর কী? [MB'22]

উত্তর: ভেক্টর ক্যালকুলাসে ব্যবহৃত অপারেটর সমূহকে ভেক্টর অপারেটর বলে।

11. বলের ঘাত কী? [DB'21]

উত্তর: কোনো বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে ঐ বলের ঘাত বলে।

12. গ্রেডিয়েন্ট কাকে বলে? [DB'21; DB'17]

উত্তর: গ্রেডিয়েন্ট হলো একটি ভেক্টরক্ষেত্র যা অদিক রাশির সর্বাধিক বৃদ্ধির হার প্রকাশ করে।

13. আয়ত একক ভেক্টর কাকে বলে? [DB'21; Ctg.B'19; BB'19; JB'16]

উত্তর: ভেক্টর ও ত্রিমাত্রিক কার্তেসীয় স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় তিনটি ধনাত্মক X, Y ও Z অক্ষ বরাবর যে তিনটি একক ভেক্টর বিবেচনা করা হয়, তা আয়ত একক ভেক্টর।

14. নাল ভেক্টরের সংজ্ঞা দাও। [RB'21; BB'17; MB'21]

উত্তর: যে ভেক্টরের মান শূন্য বা যার কোনো নির্দিষ্ট দিক থাকে না, তাকে নাল বা শূন্য ভেক্টর বলে। এর পাদবিন্দু ও শীর্ষবিন্দু একই হয়।

15. তল ভেক্টর কাকে বলে? [SB'21]

উত্তর: যেকোনো তলের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব বরাবর একটি ভেক্টর যার মান তলটির ক্ষেত্রফলের সমান, তাকে ঐ তলের তল ভেক্টর (Area Vector) বা ক্ষেত্র ভেক্টর বলে।

16. সরণ ভেক্টর কী? [BB'21; Ctg.B'22]

উত্তর: রৈখিক বা সরল পথে কোনো নির্দিষ্ট বস্তুকণার অতিক্রান্ত দূরত্ব প্রকাশক ভেক্টরকে সরণ ভেক্টর বলে এবং এর দিক হয় আদিবিন্দু হতে শেষবিন্দুর দিকে।

17. ভেক্টর বিভাজন কী? [JB'21; SB'16]

উত্তর: একটি ভেক্টর রাশিকে দুই বা ততোধিক ভেক্টরে বিভক্ত করার প্রক্রিয়াকে বলে ভেক্টর বিভাজন।

18. বিপ্রতীপ ভেক্টর কাকে বলে? [RB'19]

উত্তর: দুটি সমান্তরাল ভেক্টরের মান একটি অপরটির গুণাত্মক বিপরীত/বিপ্রতীপ হলে তাদের বিপ্রতীপ ভেক্টর বলে।

19. আপেক্ষিক বেগ কাকে বলে? [BB'19]

উত্তর: দুটি চলমান বস্তুর একটির সাপেক্ষে অপরটির বেগকে আপেক্ষিক বেগ বলে।

20. সীমাবদ্ধ ভেক্টর কী? [JB'19]

উত্তর: যে ভেক্টরের আদি বিন্দু নির্দিষ্ট অর্থাৎ, যে ভেক্টরের আদি বিন্দু সরানো যায় না তা সীমাবদ্ধ ভেক্টর।

21. ডান হাতি স্ক্রু নিয়মটি বিবৃতি কর। [CB'17]

উত্তর: দুইটি ভেক্টরের সমতলে একটি ডানহাতি স্ক্রুকে লম্বভাবে স্থাপন করে প্রথম ভেক্টর থেকে দ্বিতীয় ভেক্টরের দিকে ক্ষুদ্রতর কোণে ঘুরালে স্ক্রুটি যে দিকে অগ্রসর হবে, সে দিকই হলো ভেক্টরদ্বয়ের ক্রস গুণফলের দিক।

◆ CQ: সম্ভাব্য জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. স্কেলার গুণন কাকে বলে?

উত্তর: দুটি ভেক্টরের যে গুণনে একটি স্কেলার রাশি পাওয়া যায় তাকে স্কেলার গুণন বলে। এর মান রাশি দুটির মানের গুণফলের সাথে তাদের মধ্যবর্তী কোণের কোসাইনের (cosine) গুণফলের সমান।

অনুধাবনমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

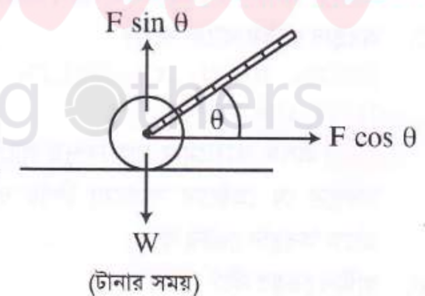
◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. ভেক্টর অপারেটর স্কেলার রাশিকে ভেক্টর রাশিতে রূপান্তর করে-ব্যাখ্যা কর। [DB'22]

উত্তর: কোনো স্কেলার রাশির উপর ভেক্টর অপারেটর (ডেল অপারেটর, $\vec{\nabla}$) ব্যবহার করলে একটি ভেক্টর রাশি পাওয়া যায়। এটিকে স্কেলার রাশির গ্রেডিয়েন্ট বলা হয়। এই ভেক্টর রাশিটি একটি নির্দিষ্ট ভেক্টর ক্ষেত্রে স্কেলার রাশিটির পরিবর্তনের হার নির্দেশ করে। এ স্কেলার রাশিটির ভেক্টর রূপ নয়, বরং ভেক্টর ক্ষেত্রে স্কেলার রাশিটির পরিবর্তনের হার নির্দেশক ভেক্টর রাশি। এভাবেই ভেক্টর অপারেটর স্কেলার রাশিকে ভেক্টর রাশিতে রূপান্তর করে।

02. ট্রলি বেগের হাতল লম্বা রাখার সুবিধা কী? [RB'22; Din.B'21; CB'16]

উত্তর: ট্রলি ব্যাগের হাতল যত লম্বা হবে হাতল ও ভূমির মধ্যবর্তী কোণ তত কমবে। এতে অনুভূমিক উপাংশের মান বাড়বে আর উলম্ব উপাংশ কমবে। হাতল যত লম্বা θ তত কম। অর্থাৎ, $\cos\theta$ তত বড় হবে আর $F\cos\theta$ এর মান বাড়বে। $F\cos\theta$ এর মান অর্থাৎ, অনুভূমিক উপাংশ বাড়লে ট্রলি ব্যাগ টানা সহজতর হবে।



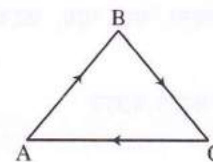
(টানার সময়)

03. তিনটি ভেক্টরের লব্ধি কখন শূন্য হয়? [RB'22]

উত্তর:

তিনটি ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হয় যখন কোনো ত্রিভুজের তিনটি বাহু একইক্রমে তিনটি ভেক্টর নির্দেশ করে।

পাশের চিত্রে ত্রিভুজ ABC এর লব্ধি হবে, $\overline{AB} + \overline{BC} + \overline{CA} = 0$



04. লন রোলার ঠেলা অপেক্ষা টানা সহজ কেন? ব্যাখ্যা কর। [SB'22]

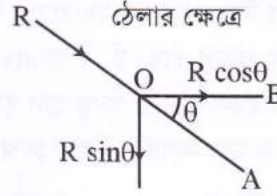
উত্তর: রোলারের ওজন $\vec{W}$ ও হাতলের ওপর প্রযুক্ত বল $\vec{F}$ হলে $\vec{F}$ বল রোলারের O বিন্দুতে অনুভূমিকের সাথে θ কোণ ক্রিয়াশীল।

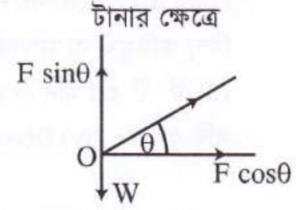
ঠেলার ক্ষেত্রে, রোলারের আপাত ওজন,

$W' = W + R\sin\theta$

টানার ক্ষেত্রে, রোলারের আপাত ওজন,

$W'' = W - F\sin\theta$





দেখা যাচ্ছে, টানার ক্ষেত্রে ($W'' < W'$) ওজন ঠেলা অপেক্ষা কম। যদি টানা ও ঠেলার ক্ষেত্রে একই বল ও একই কোণে করা হয়, তবে বলা যায় টানা অপেক্ষা ঠেলায় ওজন $2F\sin\theta$ বেশি। তাই লন রোলার ঠেলা অপেক্ষা টানা সহজ।

05. নাল ভেক্টরের দিক ব্যাখ্যা কর। [BB'22; SB'21]

উত্তর: যে ভেক্টরের মান শূন্য তাকে নাল ভেক্টর বা শূন্য ভেক্টর বলে। একটি ভেক্টরের সাথে তার বিপরীত ভেক্টর যোগ করে বা দুটি সমান ভেক্টর বিয়োগ করে নাল ভেক্টর পাওয়া যায়। নাল ভেক্টরের পাদবিন্দু ও শীর্ষবিন্দু একই বিন্দুতে হয়। তাই নাল ভেক্টরের কোনো সুনির্দিষ্ট দিক নেই। নাল ভেক্টরকে সাধারণত $\vec{0}$ দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

06. নৌকার গুণ টানার সময় দড়ি যত লম্বা হয় নৌকা তত দ্রুত চলে কেন? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'22; CB'22; JB'21]

উত্তর: গুণের দড়ি যত লম্বা হবে তা তত কম উৎপন্ন করবে অনুভূমিকের সাথে অর্থাৎ দড়ি ভূমির কাছাকাছি থাকবে। θ এর মান কম হলে $\cos\theta$ এর মান বেশি হবে। অনুভূমিক উপাংশ $F\cos\theta$ ও বেশি হবে। এতে নৌকা সহজে টেনে নেওয়া যাবে।

07. দুটি অসমান ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে না কেন? ব্যাখ্যা কর । [JB'22][Din.B'22]

উত্তর: দুটি অসমান সমজাতীয় ভেক্টরের লব্ধির সর্বনিম্ন মান ভেক্টরদ্বয়ের বিয়োগফলের সমান। এক্ষেত্রে ভেক্টরদ্বয় সমান না হওয়ায় এদের লব্ধি কখনোই শূন্য হতে পারবে না।

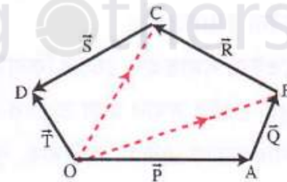
09. অবস্থান ভেক্টর একটি সীমাবদ্ধ ভেক্টর ব্যাখ্যা কর। [CB'22; SB'21; Din.B'17]

উত্তর: প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে কোনো বিন্দুর অবস্থান যে ভেক্টরের সাহায্যে নির্ণয় বা নির্দেশ করা হয় তাকে বলে অবস্থান ভেক্টর। সীমাবদ্ধ ভেক্টরের পাদবিন্দু নির্দিষ্ট থাকে। ফলে পাদবিন্দুর অবস্থান পরিবর্তন করা যায় না। অবস্থান ভেক্টরের ক্ষেত্রেও পাদবিন্দু প্রসঙ্গ কাঠামোর মূলবিন্দুতে নির্দিষ্ট থাকে। তাই অবস্থান ভেক্টর একটি সীমাবদ্ধ ভেক্টর।

10. দুইয়ের অধিক ভেক্টর রাশির যোগের নিয়ম ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22]

উত্তর: দুইয়ের অধিক একজাতীয় ভেক্টরের লব্ধি নির্ণয়ে বহুভুজ সূত্র ব্যবহৃত হয়। একই জাতীয় দুই এর অধিক ভেক্টর রাশির যোজনের ক্ষেত্রে ভেক্টরগুলোর একটির শীর্ষবিন্দুর উপর অপরটির পাদবিন্দু রেখে একইক্রমে সাজিয়ে প্রথম ভেক্টরের পাদবিন্দু থেকে শেষ ভেক্টরের শীর্ষবিন্দু যোগ করলে যে বহুভুজ পাওয়া যায় তার শেষ বাহুটি বিপরীতক্রমে ভেক্টরগুলোর লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করে।

মনে করি, $\vec{P} = \overrightarrow{OA}, \vec{Q} = \overrightarrow{AB}, \vec{R} = \overrightarrow{BC}$ এবং $\vec{S} = \overrightarrow{CD}$ এবং $\vec{T} = \overrightarrow{OD}$ একই জাতীয় ভেক্টর। $\vec{P}$ এর শীর্ষবিন্দু A তে $\vec{Q}$ এর পাদবিন্দু রেখে একইক্রমে সবগুলো সাজিয়ে OABCD বহুভুজ অঙ্কন করা হলো। তাহলে বহুভুজের শেষ বাহু OD বিপরীতক্রমে ভেক্টরগুলোর লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করে।



অর্থাৎ, $\overrightarrow{OD} = \overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CD}$

$\therefore \vec{T} = \vec{P} + \vec{Q} + \vec{R} + \vec{S}$

11. ঘর্ষণ বল কি অসংরক্ষণশীল বল? ব্যাখ্যা কর। [DB'21]

উত্তর: হ্যাঁ, ঘর্ষণ বল একটি অসংরক্ষণশীল বল। এক্ষেত্রে কোনো এক বিন্দু হতে যাত্রা শুরু করে যে কোনো পথে আবার ঐ বিন্দুতে ফিরে এলে কৃতকাজ শূন্য হয় না। ঘর্ষণ বল দ্বারা কাজ আদি ও চূড়ান্ত বিন্দুর উপর নির্ভর করে না, গতিপথের উপর নির্ভর করে। পূর্ণচক্রে মোট কাজ শূন্য হয় না এবং যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতার সূত্রও প্রযোজ্য হয় না। ঘর্ষণ বল দ্বারা কৃতকাজ পুনরুদ্ধার সম্ভব নয়। এসব অসংরক্ষণশীল বলের বৈশিষ্ট্য হওয়ায় ঘর্ষণ বল একটি অসংরক্ষণশীল বল।

12. **ভেক্টরের ডাইভারজেন্সের বৈশিষ্ট্য কী কী?** **[DB'21]**

উত্তর: ভেক্টর ডাইভারজেন্স একটি স্কেলার ক্ষেত্র যা দ্বারা ভেক্টরক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে ফ্লাক্সের প্রকৃতি (বহিঃ/অন্তঃ) জানা যায়। ভেক্টর ডাইভারজেন্সের বৈশিষ্ট্যসমূহ নিম্নরূপ: (i) ডাইভারজেন্স দ্বারা একক আয়তনে কোনো দিক রাশির মোট কতটুকু ফ্লাক্স কোনো বিন্দু অভিমুখী বা অপসারী হচ্ছে তা প্রকাশ করে। $\vec{\nabla} \cdot \vec{V}$ বা div $\vec{V}$ দ্বারা তরল পদার্থের ঘনত্ব পরিবর্তনের হার বুঝায়। (ii) $\vec{\nabla} \cdot \vec{V}$ এর মান (+)ve হলে আয়তন বৃদ্ধি বা ঘনত্ব হ্রাস বুঝায়। (iii) $\vec{\nabla} \cdot \vec{V}$ এর মান (–)ve হলে আয়তন সংকোচন বা ঘনত্ব বৃদ্ধি বুঝায়। (iv) Divergence = 0 হলে আগত ও নির্গত ফ্লাক্স সমান হয়। এক্ষেত্রে ভেক্টরক্ষেত্রকে সলিনয়ডাল বলে।



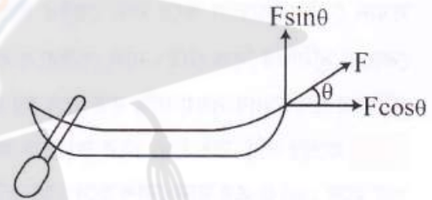


divergence (+)ve (–)ve divergence Zero divergence (Solenoidal)

13. **নৌকার গুণ টানার ক্ষেত্রে বৈঠার প্রয়োজনীয়তা কী? ব্যাখ্যা কর।** **[DB'21]**

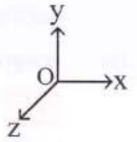
উত্তর:

নৌকাকে F বলে টানা হলে এর উপাংশ $F\cos\theta$ নৌকাকে সামনে এগিয়ে নিয়ে যায়, আর $F\sin\theta$ উপাংশ নৌকাকে পাড়ের দিকে টানে। এ $F\sin\theta$ কে প্রতিহত করতে বৈঠা প্রয়োজন হয়। বৈঠা দিয়ে পাড় বরাবর উপাংশ প্রশমিত করে নৌকা সামনের দিকে এগিয়ে যায়।



14. **"আয়ত একক ভেক্টরের দিক নির্দিষ্ট হলেও একক ভেক্টরের দিক নির্দিষ্ট নয়"-ব্যাখ্যা কর।** **[RB'21]**

উত্তর: যে ভেক্টর রাশির মান এক একক, তা একক ভেক্টর। কোনো ভেক্টরকে তার মান দিয়ে ভাগ করলে একক ভেক্টর পাওয়া যায় এবং সেই একক ভেক্টরের দিক হয় ঐ ভেক্টরের দিকে বা তার সমান্তরালে। কিন্তু ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় তিনটি ধনাত্মক অক্ষ বরাবর যে তিনটি একক ভেক্টর বিবেচনা করা হয়, তাদেরকে আয়ত একক ভেক্টর বলে। এই স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় x-অক্ষের ধনাত্মক দিক বরাবর একক ভেক্টর $\hat{i}$, y-অক্ষের ধনাত্মক দিক বরাবর একক ভেক্টর $\hat{j}$ ও z-অক্ষের ধনাত্মক দিক বরাবর একক ভেক্টর $\hat{k}$.$\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ হল আয়ত একক ভেক্টর। এরা একক ভেক্টর হলেও দিকস্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় অক্ষত্রয়ের দিকে। অন্যদিকে, একক ভেক্টরের দিক যেকোনো দিকে হতে পারে, তা নির্দিষ্ট নয়।



15. **"কোনো ভেক্টরের বিপরীত ভেক্টর এবং বিপ্রতীপ ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ সর্বদা একই হয়"–ব্যাখ্যা কর।** **[RB'21]**

উত্তর: দুটি ভেক্টরের পরমমান সমান কিন্তু অভিমুখ বিপরীত হলে তাদেরকে বিপরীত ভেক্টর বলে। যেমন: $\vec{P}$ ও $-\vec{P}$ পরস্পর বিপরীত ভেক্টর। অন্যদিকে, দুটি সমান্তরাল ভেক্টরের একটির মান অপরটির বিপ্রতীপ হলে তাদেরকে বিপ্রতীপ ভেক্টর বলে। যেমন: $5\hat{i}$ ও $\frac{1}{5}\hat{i}$ পরস্পর বিপ্রতীপ ভেক্টর। দেখা যায়, বিপরীত ভেক্টরের দিক মূল ভেক্টরের বিপরীত দিকে কিন্তু বিপ্রতীপ ভেক্টরের দিক মূল ভেক্টরের একই দিকে। অর্থাৎ, কোনো ভেক্টরের বিপরীত ভেক্টর ও বিপ্রতীপ ভেক্টর এর দিক সর্বদা বিপরীত দিকে। তথা মধ্যবর্তী কোণ সর্বদা 180° হয়।

16. **সমান ভেক্টর, সমান্তরাল ভেক্টর কিনা? ব্যাখ্যা কর।** **[Ctg.B'21]**

উত্তর: দুটি ভেক্টর সমান হলে তাদের ধারকরেখা একই অথবা সমান্তরাল হয়। দুটি সমান ভেক্টরের আদি ও পাদ বিন্দু অভিন্ন হলে এদের ধারকরেখা একই। অন্যথায়, দুটি সমান ভেক্টরের আদি ও পাদবিন্দু ভিন্ন কিন্তু সমান ভেক্টরের মান ও দিক একই হওয়ায় এদের ধারকরেখা সমান্তরাল হয়। এক্ষেত্রে, সমান ভেক্টর দুটি সমান্তরাল ভেক্টরও হয়।

17. **$\hat{i}$ ও $\hat{j}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 90° এর চেয়ে কম হওয়া সম্ভব নয়–ব্যাখ্যা কর।** **[BB'21]**

উত্তর: $\hat{i}$ হচ্ছে x-অক্ষ বরাবর একক ভেক্টর। $\hat{j}$ হচ্ছে y-অক্ষ বরাবর একক ভেক্টর। x-অক্ষ এবং y-অক্ষ এর মধ্যবর্তী কোণ 90°। তাই $\hat{i}$ এবং $\hat{j}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 90° এর কম হওয়া সম্ভব নয়।

18. **দুটি ভেক্টরের ভেক্টর গুণন বিনিময় সূত্র মেনে চলে না–ব্যাখ্যা কর।** **[BB'21]**

উত্তর: দুটি ভেক্টরের ভেক্টর গুণন বিনিময় সূত্র মানে না। কারণ $\vec{A} \times \vec{B} = AB\sin\theta\,\hat{\eta}$ । এখানে, $\hat{\eta}, \vec{A} \times \vec{B}$ এর দিক নির্দেশ করে। $\vec{A} \times \vec{B}$ এবং $\vec{B} \times \vec{A}$ এর মান সমান কিন্তু দিক বিপরীতমুখী। অর্থাৎ, $\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$। ∴ ভেক্টর গুণন বিনিময় সূত্র মানে না।

19. $\hat{k} \times \hat{k}$ একটি নাল ভেক্টর।–ব্যাখ্যা কর। [JB'21]

উত্তর: $\hat{k} \times \hat{k} = k \cdot k \sin 0° \ \hat{n} = 0\hat{n}; \therefore |\hat{k} \times \hat{k}| = 0$। $\hat{k} \times \hat{k}$ ভেক্টরের মান শূন্য। তাই $\hat{k} \times \hat{k}$ একটি নাল ভেক্টর।

20. একই তলে ক্রিয়াশীল দুটি ভেক্টরকে ঘড়ির কাঁটার দিকে এবং বিপরীত দিকে ঘোরালে লব্ধির দিক একই হবে কিনা ব্যাখ্যা কর। [CB'21]

উত্তর: একই তলে ক্রিয়াশীল দুটি ভেক্টরের একটিকে α কোণে ঘড়ির কাঁটার দিকে এবং বিপরীত দিকে ঘোরালে লব্ধির মান সমান হলেও দিক সমান হবে না। কারণ লব্ধি যদি কোনো ভেক্টরের সাথে θ কোণ তৈরি করে তবে,

ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘোরালে: $\tan\theta_1 = \frac{P\sin(-\alpha)}{Q+P\cos(-\alpha)}$; $\tan\theta_1 = \frac{-P\sin\alpha}{Q+P\cos\alpha} \Rightarrow \theta_1 = \tan^{-1}\frac{-P\sin\alpha}{Q+P\cos\alpha}$

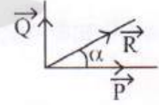
ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘোরালে, $\tan\theta_2 = \frac{P\sin\alpha}{Q+P\cos\alpha} \Rightarrow \theta_2 = \tan^{-1}\frac{P\sin\alpha}{Q+P\cos\alpha} \therefore \theta_1 \neq \theta_2$

অর্থাৎ, লব্ধির দিক একই হবে না।

21. লম্বাংশের সাহায্যে ভেক্টর রাশির যোজন ব্যাখ্যা কর। [Din.B'21]

উত্তর: একটি ভেক্টর রাশিকে পরস্পর লম্ব দুটি উপাংশে বিভক্ত করা হলে তাদের লম্বাংশ বলে।

একটি ভেক্টর $\vec{R}$ কে দুটি লম্ব উপাংশ $\vec{P}$ এবং $\vec{Q}$ এ বিভক্ত করা হলো। $\vec{P}$ এবং $\vec{Q}$ হচ্ছে $\vec{R}$ এর লম্বাংশ।

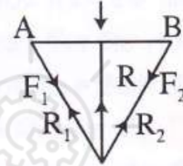


এদের ভেক্টর যোজন, $\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q} = R\cos\alpha\hat{i} + R\sin\alpha\hat{j}$

22. পাখি ওড়ার ক্ষেত্রে ভেক্টর যোজন নীতি ব্যাখ্যা কর। [MB'21]

উত্তর:

পাখি ওড়ার সময় সামান্তরিক সূত্র মেনে চলে। A ও B বিন্দু দুটি পাখির ডানার প্রান্ত নির্দেশ করে। তবে ডানা দুটি দিয়ে পাখিটি যথাক্রমে F_1 ও F_2 বল প্রয়োগ করে এবং বিপরীত দিকে প্রতিক্রিয়া বল R_1 ও R_2 অনুভব করে। R_1 এবং R_2 এর লব্ধি R পাখিটিকে বায়ুতে ভাসিয়ে রাখে।



23. বায়ুপ্রবাহ না থাকলেও একজন সাইকেল আরোহী বাতাসের ঝাপটা অনুভব করেন কেন? ব্যাখ্যা কর। [RB'19]

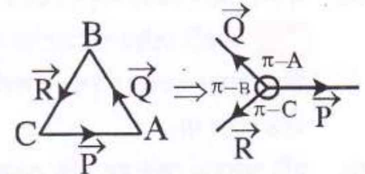
উত্তর: সাইকেলে চলার সময় বায়ুপ্রবাহ না থাকলেও আরোহীর সাপেক্ষে বাতাসের আপেক্ষিক বেগ বিদ্যমান থাকে। সাইকেল চলার সময় সাইকেল যেদিকে যায়, আরোহীর কাছে মনে হয় বায়ু তার বিপরীত দিকে যাচ্ছে (যদি বায়ু প্রকৃতপক্ষে স্থির থাকে)। তাই বিপরীত দিকে বায়ুর আপেক্ষিক বেগের কারণে আরোহী বাতাসের ঝাপটা অনুভব করে।

24. ডান হাতি স্ক্রু নিয়মের সাহায্যে বোতলের মুখ খোলা বা বন্ধ করা যায়- ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'19]

উত্তর: ডানহাতি স্ক্রু নিয়ম অনুসারে কোনো স্ক্রুকে ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘুরানো হলে স্ক্রু বাইরের দিকে আসবে এবং সংশ্লিষ্ট ভেক্টর রাশির দিক হবে তল বরাবর বহির্মুখী। আর ঘূর্ণনের দিক ঘড়ির কাঁটার ঘূর্ণনের দিকে হলে সংশ্লিষ্ট ভেক্টর রাশির দিকে হবে তল বরাবর অন্তর্মুখী। বোতলের মুখ খোলা বা বন্ধ করার ক্ষেত্রেও এরূপ ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে মুখ খুলে ও ঘড়ির কাঁটার দিকে বোতলের মুখ বন্ধ হয়। অর্থাৎ, ডানহাতি স্ক্রু নিয়মের সাহায্যে বোতলের মুখ খোলা বা বন্ধ করা যায়।

25. একইক্রমে ক্রিয়াশীল তিনটি ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে- ব্যাখ্যা কর। [BB'19]

উত্তর: এখন, একইক্রমে ক্রিয়াশীল $\vec{P}, \vec{Q}$ ও $\vec{R}$ তিনটি ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হবে যদি এদের যেকোনো দুটি লব্ধির মান অপরটির সমান কিন্তু বিপরীত দিকে ক্রিয়াশীল হয়। সুতরাং, একইক্রমে ক্রিয়াশীল তিনটি ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে।



26. সকল সমরেখ ভেক্টর সমান ভেক্টর নয়-ব্যাখ্যা কর। [CB'19]

উত্তর: **সমরেখ ভেক্টর :** যেসব সমতলীয় ভেক্টর এর ধারক রেখা সমান বা সমান্তরাল তারা সমরেখ ভেক্টর। **সমান ভেক্টর :** যে সকল সমজাতীয় সমরেখ ভেক্টর এর মান সমান তারা সমান ভেক্টর। অর্থাৎ, সকল সমরেখ ভেক্টর সমান ভেক্টর নয়।

27. একই জাতীয় দুটি ভেক্টরের যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান হতে পারে কি না তা ব্যাখ্যা কর। **[RB'19; DB'17]**

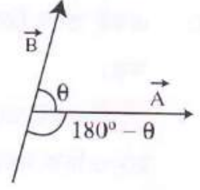
উত্তর: ধরি, দুইটি ভেক্টর $\vec{A}, \vec{B}$ এবং তাদের যোগফল ও বিয়োগফল সমান।

$\therefore |\vec{A}+\vec{B}| = |\vec{A}-\vec{B}|$

$\Rightarrow \sqrt{A^2+B^2+2AB\cos\theta} = \sqrt{A^2+B^2+2AB\cos(180^\circ-\theta)}$

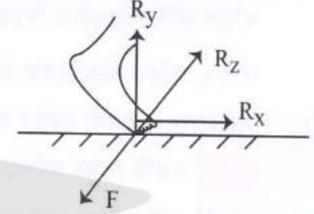
$\Rightarrow A^2+B^2+2AB\cos\theta = A^2+B^2-2AB\cos\theta \Rightarrow AB\cos\theta = 0$

$\therefore A = 0$, অথবা, $B = 0$, অথবা $\theta = 90^\circ$. সুতরাং, যেকোনো একটি নাল ভেক্টর হলে অথবা তাদের মধ্যবর্তী কোণ 90° হলে ভেক্টরদ্বয়ের যোগফল ও বিয়োগফল সমান হওয়া সম্ভব।



28. আমাদের পায়ে হাঁটা কীভাবে ভেক্টর বিভাজনের মাধ্যমে ব্যাখ্যা করা যায়? **[SB'17]**

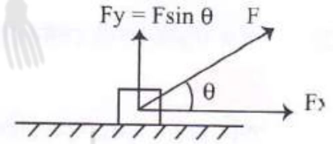
উত্তর: হাঁটার সময় আমরা মাটিতে তীর্যকভাবে বল প্রয়োগ করি। মাটিও একই বলে আমাদের ধাক্কা দেয়। ধরি, মাটির প্রতিক্রিয়া বল R। এই বলের অনুভূমিক উপাংশ (R_x) আমাদের সামনে নিয়ে যায় এবং উলম্ব উপাংশ (R_y) ওজনকে প্রশমিত করে।



29. একটি ভারী বস্তুকে স্বল্প কোণে টেনে নেওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। **[BB'17]**

উত্তর:

কোনো বস্তুকে F বলে θ কোণে টানলে বস্তুর উপর ক্রিয়ারত অনুভূমিক বল, $F_x = F\cos\theta$। এই বলটিই বস্তুটিকে সামনে নিয়ে যায়। সুতরাং, F_x যত বেশি হবে বস্তুকে সামনে নিয়ে যাওয়া তত সহজ হবে। কোণের মান কম হলে, $\cos\theta$ এর মান বৃদ্ধি পাবে। ফলে F_xও বাড়বে। তাই ভারী বস্তুকে টানার সময় স্বল্প কোণে টানা হয়।



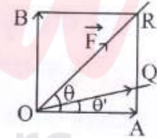
30. একটি বিপ্রতীপ ভেক্টরকে সমরেখ ভেক্টর বলা যেতে পারে– ব্যাখ্যা কর। **[CB'17]**

উত্তর: দুটি ভেক্টর যদি পরস্পর সমান্তরাল হয় এবং একটির মান যদি অপরটির বিপ্রতীপ হয়, তবে তাদেরকে বিপ্রতীপ ভেক্টর বলে। দুইটি ভেক্টরের ধারক রেখা সমান্তরাল হলে তাদেরকে সমরেখ ভেক্টর বলে। বিপ্রতীপ ভেক্টরের ধারক রেখাও সমান্তরাল থাকে। তাই বিপ্রতীপ রেখাকে সমরেখ ভেক্টরও বলা যায়।

◆ CQ: সম্ভাব্য অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. ট্রলি ব্যাগের হাতল লম্বা হলে টানা সহজ হয় কেন?

উত্তর: মনে করি, O বিন্দুতে ট্রলি ব্যাগের হাতল সংযুক্ত। বিভাজন পদ্ধতি দ্বারা O বিন্দুতে F কে দুটি উপাংশ বিভাজিত করা যায়। যথা, অনুভূমিক উপাংশ ও উল্লম্ব উপাংশ। অনুভূমিক উপাংশ $= F\cos\theta$, এর দিক OA বরাবর। উল্লম্ব উপাংশ $= F\sin\theta$, এর দিক OB বরাবর। বলের অনুভূমিক উপাংশ $F\cos\theta$ ব্যাগটিকে সামনের দিকে এগিয়ে নিয়ে যায়। হাতল যত বড় হবে, θ এর মান তত কম হবে। ফলে $F\sin\theta$ এর মান কম হবে এবং $F\cos\theta$ এর মান বেশি হবে অর্থাৎ, হাতল বেশি লম্বা হলে ব্যাগ টানা সহজ হয়। কেননা তাতে ব্যাগ দ্রুত সামনের দিকে এগিয়ে যায়।



02. সকল সমান ভেক্টর সদৃশ ভেক্টর কিন্তু সকল সদৃশ ভেক্টর সমান ভেক্টর নয় কেন?

উত্তর: একটি ভেক্টর পরিমাপের দুইটি বৈশিষ্ট্য থাকে। যথা- (i) মান ও (ii) দিক। সমান ভেক্টরের মান ও দিক উভয়ই সমান তাই সকল সমান ভেক্টর সদৃশ। অপরদিকে সদৃশ ভেক্টরের দিক এক হলেও মান ভিন্ন হতে পারে। তাই সকল সদৃশ ভেক্টর সমান ভেক্টর হতে পারে না।

03. দুটি অসমান ভেক্টরের লব্ধি কখনও শূন্য হতে পারে না কেন?

উত্তর: ধরি, $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি ভেক্টর এবং এদের মধ্যবর্তী কোণ $= \theta$। এদের লব্ধি মান, $R = \sqrt{P^2+Q^2+2PQ\cos\theta}$। যখন $\theta = 180^\circ$, তখন R ন্যূনতম হয়। অর্থাৎ, $R_{min} = P - Q$। এখন দেখা যাচ্ছে, P এবং Q সমান হলে R শূন্য হয়। কিন্তু, P এবং Q অসমান হলে R এর ন্যূনতম মান শূন্য হতে পারে না। সুতরাং, দুটি অসমান ভেক্টরের লব্ধি কখনও শূন্য হতে পারে না।

04. একটি একক ভেক্টর কীভাবে পাওয়া যায়?

উত্তর: মান শূন্য নয় এরূপ কোনো ভেক্টরকে তার মান দ্বারা ভাগ করলে উক্ত ভেক্টরের দিকে একক ভেক্টর পাওয়া যায়। একক ভেক্টরকে প্রকাশ করতে সাধারণত ছোট অক্ষরের উপর একটি টুপি চিহ্ন (^) দেয়া হয়। যেমন: $\hat{i}, \hat{a}, \hat{n}$ ইত্যাদি দ্বারা একক ভেক্টর প্রকাশ করা হয়। ধরি, $\vec{A}$ একটি ভেক্টর যার মান, $A \neq 0$ $\therefore \frac{\vec{A}}{A} = \vec{A}$ এর দিকে একক ভেক্টর $= \hat{a}$

প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ **CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর**

01. কার্তেসীয় স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় তিনটি বিন্দু $O(0,0,0)$, $P(2,4,2)$ এবং $Q(2,-4,-4)$। **[DB'22]**

(গ) $\overrightarrow{PQ}$ এর মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) P ও Q এর অবস্থান ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব হবে কিনা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, $O(0,0,0), P(2,4,2), Q(2,-4,-4)$ এখন, $\overrightarrow{OP} = (2-0)\hat{i} + (4-0)\hat{j} + (2-0)\hat{k} = 2\hat{i} + 4\hat{j} + 2\hat{k}$

$\overrightarrow{OQ} = (2-0)\hat{i} + (-4-0)\hat{j} + (-4-0)\hat{k} = 2\hat{i} - 4\hat{j} - 4\hat{k}$

অতএব, $\overrightarrow{PQ} = \overrightarrow{OQ} - \overrightarrow{OP} = 2\hat{i} - 4\hat{j} - 4\hat{k} - 2\hat{i} - 4\hat{j} - 2\hat{k} = -8\hat{j} - 6\hat{k}$

$\overrightarrow{PQ}$ এর মান, $|\overrightarrow{PQ}| = \sqrt{(-8)^2 + (-6)^2} = 10$

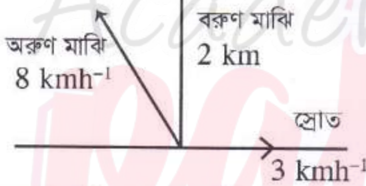
ঘ. 'গ' হতে পাই, P ও Q এর অবস্থান ভেক্টরদ্বয় যথাক্রমে, $\overrightarrow{OP} = 2\hat{i} + 4\hat{j} + 2\hat{k}$, $\overrightarrow{OQ} = 2\hat{i} - 4\hat{j} - 4\hat{k}$

ধরি, $\overrightarrow{OP} = \overline{A}$ এবং $\overrightarrow{OQ} = \overline{B}$

পরস্পর লম্ব হলে, $\overline{A} \cdot \overline{B} = 0$ হতে হবে।

$\overline{A} \cdot \overline{B} = (2\hat{i} + 4\hat{j} + 2\hat{k}) \cdot (2\hat{i} - 4\hat{j} - 4\hat{k}) = 4 - 16 - 8 = -20$

যেহেতু, $\overline{A} \cdot \overline{B} \neq 0$, তাই P ও Q এর অবস্থান ভেক্টর পরস্পর লম্ব নয়।

02. 

[RB'22]

অরুণ মাঝি $8\ kmh^{-1}$ বেগে নৌকা চালিয়ে নদীর প্রস্থ বরাবর পার হয়। বরুণ মাঝি একই বেগে নদীর প্রস্থ বরাবর নৌকা চালায়। নদীর প্রস্থ **2 km**।

(গ) উদ্দীপকে অরুণ মাঝিকে কোন দিকে নৌকা চালাতে হয়েছিল? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের কোন মাঝি কম সময়ে নদী পার হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. স্রোতের বেগ, $v = 3kmh^{-1}$

নৌকার বেগ, $u = 8\ kmh^{-1}$

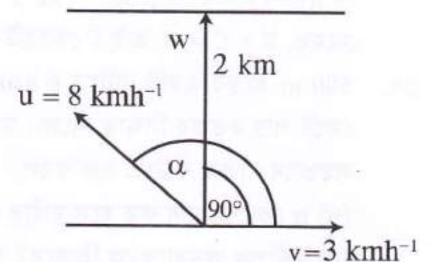
ধরি, লব্ধি বেগ $= w$

স্রোত বরাবর উপাংশ নিয়ে পাই, $v\cos 0° + u\cos\alpha = w\cos 90°$

$v + u\cos\alpha = 0$

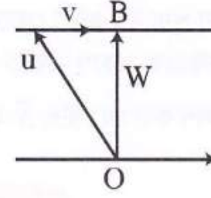
$\cos\alpha = -\frac{v}{u}$

$\therefore \alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{v}{u}\right) = \cos^{-1}\left(-\frac{3}{8}\right) = 112.02°$



ঘ. অরুণ মাঝির ক্ষেত্রে,

প্রস্থ বরাবর পার হওয়ার ক্ষেত্রে,



লব্ধি বেগ, $w = \sqrt{u^2 - v^2}$

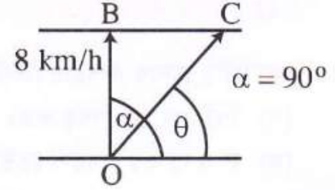
$= \sqrt{8^2 - 3^2}$

$= \sqrt{64 - 9}$

$= \sqrt{55}\ kmh^{-1}$

তার ক্ষেত্রে সময়, $d = wt_a \Rightarrow t_a = \frac{d}{w} = \frac{2}{\sqrt{55}} = 0.269$ hour $= 16.18$ min

বরুণ মাঝির ক্ষেত্রে,



সময়, $t_b = \frac{d}{u \sin\alpha} = \frac{2}{8\sin 90°}$

$= \frac{2}{8}h$

$= 15$ min

$\therefore t_b < t_a$ অর্থাৎ বরুণ মাঝির কম সময় লাগবে।

03. **তিনটি ভেক্টর রাশি যথাক্রমে $\vec{A} = 2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$, $\vec{B} = 6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$**

এবং $\vec{C} = (6xy + z^3)\hat{i} - (3x^2 - z)\hat{j} + (3xz^2 - y)\hat{k}$. **[RB'22]**

(গ) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরদ্বয়ের লম্বদিকে একক ভেক্টর নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে $\vec{C}$ ভেক্টরটি অঘূর্ণনশীল কিনা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর লম্বদিকে ভেক্টর,

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 2 & -1 \\ 6 & -3 & 2 \end{vmatrix} = \hat{i}\,(4-3) - \hat{j}(4+6) + \hat{k}(-6-12) = \hat{i} - 10\hat{j} - 18\hat{k}$$

একক ভেক্টর, $\hat{\eta} = \frac{\vec{A}\times\vec{B}}{|\vec{A}\times\vec{B}|} = \frac{\hat{i}-10\hat{j}-18\hat{k}}{\sqrt{1^2+(-10)^2+(-18)^2}} = \frac{\hat{i}-10\hat{j}-18\hat{k}}{\sqrt{425}} = \frac{\hat{i}}{\sqrt{425}} - \frac{10\hat{j}}{\sqrt{425}} - \frac{18\hat{k}}{\sqrt{425}}$

$\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর লম্বদিকে একক ভেক্টর, $\hat{\eta} = \frac{\hat{i}}{\sqrt{425}} - \frac{10\hat{j}}{\sqrt{425}} - \frac{18\hat{k}}{\sqrt{425}}$

ঘ. $\vec{C}$ ভেক্টর অঘূর্ণনশীল হওয়ার জন্য Curl $\vec{C} = 0$ হবে।

এখন, Curl $\vec{C} = \vec{\nabla} \times \vec{C}$ $\left[\vec{\nabla} = \frac{\delta}{\delta x}\hat{i} + \frac{\delta}{\delta y}\hat{j} + \frac{\delta}{\delta z}\hat{k}\right]$

$$\therefore \vec{\nabla} \times \vec{C} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\delta}{\delta x} & \frac{\delta}{\delta y} & \frac{\delta}{\delta z} \\ 6xy + z^3 & z - 3x^2 & 3xz^2 - y \end{vmatrix}$$

$$= \hat{i}\left\{\frac{\delta}{\delta y}(3xz^2 - y) - \frac{\delta}{\delta z}(z - 3x^2)\right\} - \hat{j}\left\{\frac{\delta}{\delta x}(3xz^2 - y) - \frac{\delta}{\delta z}(6xy + z^3)\right\} + \hat{k}\left\{\frac{\delta}{\delta x}(z - 3x^2) - \frac{\delta}{\delta y}(6xy + z^3)\right\}$$

$$= \hat{i}\{(-1) - 1\} - \hat{j}(3z^2 - 3z^2) + \hat{k}\{(-6x) - 6x\} = -2\hat{i} - 0 - 12x\hat{k} = -2\hat{i} - 12x\hat{k} \neq 0$$

যেহেতু, $\vec{\nabla} \times \vec{C} \neq 0$, তাই $\vec{C}$ ভেক্টরটি ঘূর্ণনশীল।

04. **500 m প্রস্থের একটি নদীতে 6 kmh^{-1} বেগে স্রোত প্রবাহিত হচ্ছে। এই নদীটি মাহীর ও নিধি প্রতিযোগিতার উদ্দেশ্যে সাঁতার কেটে পার হওয়ার সিদ্ধান্ত নিলো। মাহীর 10kmh^{-1} বেগে স্রোতের সাথে α কোণে এবং নিধি 9 kmh^{-1} বেগে স্রোতের সাথে লম্বভাবে সাঁতার কাটতে শুরু করল।** **[Ctg.B'22]**

(গ) α কোণের মান কত হলে মাহীর সোজাসুজি নদীর অপর পাড়ে পৌঁছাবে? ৩

(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে কে জিতবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. এখানে, স্রোতের বেগ, $u = 6\ kmh^{-1}$
মাঝীরের বেগ, $v = 10\ kmh^{-1}$
স্রোত ও মাহীরের বেগের মধ্যবর্তী কোণ $= \alpha$
লব্ধি কোণ, $\theta = 90°$
আমরা জানি, $\tan\theta = \frac{v\sin\alpha}{u+v\cos\alpha} \Rightarrow \tan 90° = \frac{1}{0} = \frac{10\sin\alpha}{6+10\cos\alpha}$

$\Rightarrow 6 + 10\cos\alpha = 0 \Rightarrow \alpha = \cos^{-1}\left(\frac{-6}{10}\right) \Rightarrow \alpha = 126.89°$
সুতরাং স্রোতের সাথে 126.89° কোণে সাঁতার কাটলে মাহীর সোজাসুজি অপর পাড়ে পৌঁছাতে পারবে।

ঘ. 'গ' হতে পাই, $\alpha = 126.89°$
মাহীরের বেগ, $v_m = 10\ kmh^{-1} = \frac{10\times1000}{3600} = 2.78\ ms^{-1}$
নদীর প্রস্থ, $d = 500m$
নদীর প্রস্থ বরাবর মাহীর বেগের উপাংশ
$\therefore v_m \sin\alpha = 2.78\sin 126.89° = 2.2234$
আমরা জানি, $d = v_m \sin\alpha \times t_m$; $t_m = \frac{d}{v_m\sin\alpha} = \frac{500}{2.2234} \therefore t_m = 224.825 \approx 3.75$ min
মাহীরের প্রয়োজনীয় সময়, $t_m = 3.75$ min
আবার, নিধির বেগ, $v_n = 9\ kmh^{-1} = 2.5\ ms^{-1}$
নিধির নদীপার হতে প্রয়োজনীয় সময়, $t_n = \frac{d}{v_n} = \frac{500}{2.5} = 200\ s = 3.33$ min $\therefore t_m > t_n$ অর্থাৎ, নিধি জিতবে।

05. একদিন একটি অঞ্চলের তাপমাত্রা ও বাতাসের বেগ পাওয়া গেলো যথাক্রমে, **[Ctg.B'22]**
$\mathbf{Q = 2xy^2z^3 - 4xy}$ ও $\vec{V} = (y^2\cos x + z^3)\hat{i} + (2y\sin x - 4)\hat{j} + (3xz^2 + 2)\hat{k}$.
(গ) $(1, -1, 2)$ বিন্দুতে ঐ অঞ্চলের তাপমাত্রার গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) ঐদিন ঐ অঞ্চলের বাতাসে কোনো ঘূর্ণন ছিলো কিনা তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মত দাও। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, ঐ অঞ্চলের তাপমাত্রা, $Q = 2xy^2z^3 - 4xy$
আমরা জানি, $\vec{\nabla} = \frac{\delta}{\delta x}\hat{i} + \frac{\delta}{\delta y}\hat{j} + \frac{\delta}{\delta z}\hat{k}$
গ্রেডিয়েন্ট, $\vec{\nabla}Q = \left(\frac{\delta}{\delta x}\hat{i} + \frac{\delta}{\delta y}\hat{j} + \frac{\delta}{\delta z}\hat{k}\right)\cdot(2xy^2z^3 - 4xy)$
$= \frac{\delta}{\delta x}(2xy^2z^3 - 4xy)\hat{i} + \frac{\delta}{\delta y}(2xy^2z^3 - 4xy)\hat{j} + \frac{\delta}{\delta z}(2xy^2z^3 - 4xy)\hat{k}$
$= (2y^2z^3 - 4y)\hat{i} + (4xyz^3 - 4x)\hat{j} + (6xy^2z^2 - 0)\hat{k}$
এখন, $(1, -1, 2)$ বিন্দুতে
$\therefore \vec{\nabla}Q(1,-1,2) = \{2(-1)^2\cdot2^3 - 4(-1)\}\hat{i} + \{4\cdot1(-1)\cdot2^3 - 4\cdot1\}\hat{j} + \{6\cdot1(-1)^2\cdot2^2\}\hat{k}$
$= 20\hat{i} - 36\hat{j} + 24\hat{k}$ **(Ans:)**

ঘ. দেওয়া আছে, ঐ দিন ঐ অঞ্চলের বাতাসের বেগ
$\vec{v} = (y^2\cos x + z^3)\hat{i} + (2y\sin x - 4)\hat{j} + (3xz^2 + 2)\hat{k}$
আমরা জানি, $\vec{\nabla} = \frac{\delta}{\delta x}\hat{i} + \frac{\delta}{\delta y}\hat{j} + \frac{\delta}{\delta z}\hat{k}$
বাতাসে কোণ ঘূর্ণন ছিল কিনা সেটা Curl এর উপর নির্ভর করে।

$$\therefore \text{Curl}\,\vec{v} = \vec{\nabla}\times\vec{V} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\delta}{\delta x} & \frac{\delta}{\delta y} & \frac{\delta}{\delta z} \\ y^2\cos x + z^3 & 2y\sin x - 4 & 3xz^2 + 2 \end{vmatrix}$$

$= \hat{i}\left\{\frac{\delta}{\delta y}(3xz^2 + 2) - \frac{\delta}{\delta z}(2y\sin x - 4)\right\} - \hat{j}\left\{\frac{\delta}{\delta x}(3xz^2 + 2) - \frac{\delta}{\delta z}(y^2\cos x + z^3)\right\}$

$+\hat{k}\left\{\frac{\delta}{\delta x}(2y\sin x - 4) - \frac{\delta}{\delta y}(y^2\cos x + z^3)\right\} = \hat{i}(0-0) - \hat{j}(3z^2 - 3z^2) + \hat{k}(2y\cos x - 2y\cos x) = 0$
যেহেতু Curl $\vec{V} = 0$, তাই ঐ দিন বাতাসে কোনো ঘূর্ণন ছিল না।

06. কোনো একদিন $10\ ms^{-1}$ বেগে খাড়াভাবে বৃষ্টি পড়ছিল। এ সময় একজন ব্যক্তি $20\ ms^{-1}$ বেগে গাড়ি চালিয়ে যাচ্ছিলেন। [SB'22]

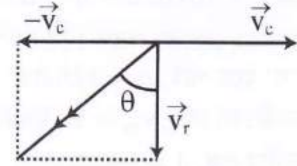
(গ) গাড়ি চালক বৃষ্টির বেগ কত পরিলক্ষিত করবেন? ৩

(ঘ) যদি গাড়ির গতির বিপরীত দিকে $25\ ms^{-1}$ বেগে বায়ুপ্রবাহ চলে তবে ঐ ব্যক্তি দুইক্ষেত্রে বৃষ্টি বেঁকে পড়ার পরিমাপ একই পরিলক্ষিত করবেন কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত উপস্থাপন কর। ৪

উত্তর

গ. বৃষ্টির বেগ, $|\vec{v}_r| = 10\ ms^{-1}$

ব্যক্তির গাড়ির বেগ, $|\vec{v}_c| = 20\ ms^{-1}$



গাড়িচালক বৃষ্টির বেগ পরিলক্ষিত করবেন, $\vec{v}_{rc} = \vec{v}_r - \vec{v}_c$

$= \vec{v}_r + (-\vec{v}_c)$

$|\vec{v}_{rc}| = \sqrt{|\vec{v}_r| + |\vec{v}_c|} = \sqrt{10^2 + 20^2} = 10\sqrt{5}\ ms^{-1} = 22.36\ ms^{-1}$

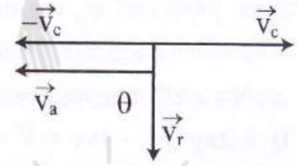
$\tan\theta = \frac{|\vec{v}_c|}{|\vec{v}_r|} = \frac{20}{10} = 2 \Rightarrow \theta = \tan^{-1}(2) \Rightarrow \theta = 63.43°$

∴ গাড়িচালক বৃষ্টির বেগকে $22.36\ ms^{-1}$ বেগে উলম্বের সাথে $63.43°$ কোণে পড়তে দেখবে।

ঘ. বৃষ্টির বেগ, $|\vec{v}_r| = 10\ ms^{-1}$

ব্যক্তির গাড়ির বেগ, $|\vec{v}_c| = 20\ ms^{-1}$

বায়ু প্রবাহ, $|\vec{v}_a| = 25\ ms^{-1}$



গাড়ির বিপরীত বেগ ও বায়ু প্রবাহের লব্ধি, $\vec{v}_{ac} = \vec{v}_a + (-\vec{v}_c)$

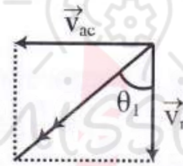
$= (25 + 20)\ ms^{-1} = 45\ ms^{-1}$

∴ বর্তমানে গাড়ির চালক বৃষ্টির বেগ পরিলক্ষিত করবে, $\vec{v}_{r(ac)} = \vec{v}_r + \vec{v}_{ac}$

$= \sqrt{|\vec{v}_r|^2 + |\vec{v}_{ac}|^2}$

$= \sqrt{10^2 + (45)^2}$

$= 46.1\ ms^{-1}$



∴ $\tan\theta_1 = \frac{|\vec{v}_{ac}|}{|\vec{v}_r|} = \frac{45}{10} = 4.5 \Rightarrow \theta_1 = 77.47°$

'গ' হতে পাই, পূর্বে গাড়ি চালকের বৃষ্টি বেঁকে পড়ার কোণ ছিল উলম্বের সাথে $63.43°$। পরবর্তীতে যখন গাড়ির গতির বিপরীত দিকে $25\ ms^{-1}$ বেগে বায়ুপ্রবাহ চলে তখন বৃষ্টি বেঁকে পড়ার বেগ হয় উলম্বের সাথে $77.47°$। অর্থাৎ দুই ক্ষেত্রে বৃষ্টি বেঁকে পড়ার পরিমাণ একই হবে না।

07. $\mathbf{p(x, y, z) = 2xy^4 - x^2z}$ একটি স্কেলার রাশি এবং $\vec{A} = (2x + y)\hat{i} + (3y + z^2)\hat{j} + (-5z + x)\hat{k}$ একটি ভেক্টর রাশি এবং $\vec{B} = (6xy + z^3)\hat{i} + (3x^2 - z^2)\hat{j} + (3xz^2 - y)\hat{k}$ অপর একটি ভেক্টর রাশি। [SB'22]

(গ) $(2, -1, -2)$ বিন্দুতে p এর গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যে কোনটি সলিনয়ডাল এবং কোনটি অঘূর্ণনশীল তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. $p(x, y, z) = 2xy^4 - x^2z$

p এর গ্রেডিয়েন্ট, $\vec{\nabla} p = \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right)(2xy^4 - x^2z)$

$= 2y^4\hat{i} - 2xz\hat{i} + 8xy^3\hat{j} - x^2\hat{k}$

∴ $(2, -1, -2)$ বিন্দুতে $\text{Grad } p = 2 \times (-1)^4\hat{i} - 2 \times 2 \times (-2)\hat{i} + 8 \times 2 \times (-1)^3\hat{j} - 2^2\hat{k}$

$= 2\hat{i} + 8\hat{i} - 16\hat{j} - 4\hat{k} = 10\hat{i} - 16\hat{j} - 4\hat{k}$

ঘ. $\vec{A}$ এর Divergence $= \vec{\nabla}\cdot\vec{A} = \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right)\cdot\{(2x+y)\hat{i} + (3y+z^2)\hat{j} + (-5z+x)\hat{k}\} = 2+3-5 = 0$

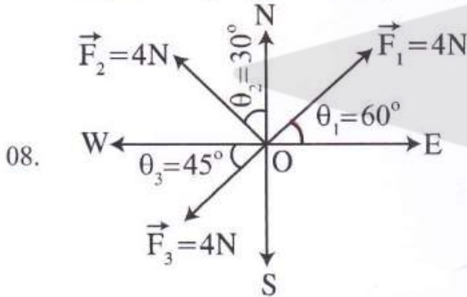
$\vec{B}$ এর Divergence $= \vec{\nabla}\cdot\vec{B} = \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right)\cdot\{(6xy+z^3)\hat{i} + (3x^2-z^2)\hat{j} + (3xz^2-y)\hat{k}\} = 6y + 6xz$

$\therefore \vec{A}$ ভেক্টরটি সলিনয়ডাল।

$\vec{A}$ এর Curl $= \vec{\nabla}\times\vec{A} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 2x+y & 3y+z^2 & -5z+x \end{vmatrix} = \hat{i}(-2z) - \hat{j}(1) + \hat{k}(-1) = -2z\hat{i} - \hat{j} - \hat{k}$

$\vec{B}$ এর Curl $= \vec{\nabla}\times\vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 6xy+z^3 & 3x^2-z^2 & 3xz^2-y \end{vmatrix}$

$= \hat{i}(-1+2z) - \hat{j}(3z^2-3z^2) + \hat{k}(6x-6x) = (2z-1)\hat{i}$ $\therefore \vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর কোনোটিই অঘূর্ণনশীল নয়।

08. 

[BB'22]

চিত্রে তিনটি সমতলীয় ভেক্টর O বিন্দুতে ক্রিয়াশীল রয়েছে।

(গ) $\vec{F}_1$ ও $\vec{F}_2$ ভেক্টর দুটি একটি সামান্তরিকের দু'টি বাহু নির্দেশ করলে সামান্তরিকটির ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ ও $\vec{F}_3$ ভেক্টর তিনটির মিলিত ফল কোন দিকে ক্রিয়া করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মন্তব্য কর। ৪

উত্তর

গ.

ধরি, WE → x-অক্ষ

SN → y-অক্ষ

দেওয়া আছে, $|F_1| = 4N$

$|F_2| = 4N$

x-অক্ষের সাথে F_1 এর কোণ $= 60°$

x-অক্ষের সাথে F_2 এর কোণ $= (30+90)° = 120°$

$\vec{F}_1 = F_1\cos 60°\hat{i} + F_1 \sin 60°\hat{j}$

$= 4\cos 60°\hat{i} + 4\sin 60°\hat{j}$

$= 2\hat{i} + 2\sqrt{3}\hat{j}$

$\vec{F}_2 = F_2\cos 120°\hat{i} + F_2\sin 120°\hat{j}$

$= 4\cos 120°\hat{i} + 4\sin 120°\hat{j} = -2\hat{i} + 2\sqrt{3}\hat{j}$

এখন, $\vec{F}_1\times\vec{F}_2 = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 2\sqrt{3} & 0 \\ -2 & 2\sqrt{3} & 0 \end{vmatrix} = (4\sqrt{3} + 4\sqrt{3})\,\hat{k} = 8\sqrt{3}\hat{k}$

$\therefore |\vec{F}_1\times\vec{F}_2| = 8\sqrt{3}$ sq. unit $\therefore$ সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল $= 8\sqrt{3}$ বর্গ একক **(Ans:)**

ঘ. 'গ' হতে পাই, $\vec{F}_1 = 2\hat{i} + 2\sqrt{3}\hat{j}$

$\vec{F}_2 = -2\hat{i} + 2\sqrt{3}\hat{j}$

$\vec{F}_3$ ভেক্টরটি x-অক্ষের ধনাত্মক দিকের সাথে $180° + 45° = 225°$ কোণ উৎপন্ন করে।

$\therefore \vec{F}_3 = 4\cos 225°\hat{i} + 4\sin 225°\hat{j} = -2\sqrt{2}\hat{i} - 2\sqrt{2}\hat{j}$

$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = -2\sqrt{2}\hat{i} + (4\sqrt{3} - 2\sqrt{2})\hat{j}$

$\therefore$ x-অক্ষের সাথে লব্ধির উৎপন্ন কোণ $= 180° - \tan^{-1}\left|\frac{4\sqrt{3}-2\sqrt{2}}{2\sqrt{2}}\right| = 124.6°$

09. দেওয়া আছে, একটি ভেক্টর ক্ষেত্র- $\vec{A} = (6xy + z^3)\,\hat{i} + (3x^2 - z)\,\hat{j} + (3xz^2 - y)\,\hat{k}$ [BB'22]

(গ) $(2, 1, -1)$বিন্দুতে $\vec{A}$ এর গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে দেখাও যে $\vec{A}$ ভেক্টরটি সলিনয়ডাল নাকি সংরক্ষণশীল হবে? ৪

উত্তর

গ. $\vec{A} = (6xy + z^3)\hat{i} + (3x^2 - z)\,\hat{j} + (3xz^2 - y)\,\hat{k}$

ভেক্টর রাশির গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় অসম্ভব।

ঘ. $\vec{A} = (6xy + z^3)\,\hat{i} + (3x^2 - z)\,\hat{j} + (3xz^2 - y)\,\hat{k}$

$\text{div}\,\vec{A} = \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right) \cdot \{(6xy + z^3)\,\hat{i} + (3x^2 - z)\,\hat{j} + (3xz^2 - y)\,\hat{k}\}$

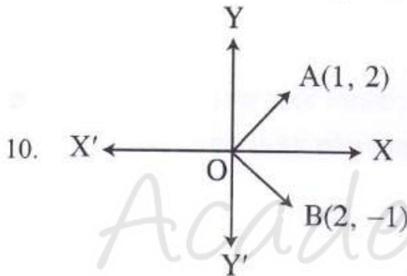
$= 6y + 0 + 6xz = 6y + 6xz$

$\therefore \vec{A}$ ভেক্টরটি সলিনয়ডাল নয়।

$$\text{Curl}\,\vec{A} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ 6xy + z^3 & 3x^2 - z & 3xz^2 - y \end{vmatrix}$$

$= (-1 + 1)\hat{i} - (3z^2 - 3z^2)\hat{j} + (6x - 6x)\hat{k} = 0\hat{i} + 0\hat{j} + 0\hat{k} = \vec{0}$

$\therefore \vec{A}$ ভেক্টরটি সংরক্ষণশীল। **(Ans)**

10. 

চিত্রটি লক্ষ্য কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও : [JB'22]

(গ) উদ্দীপকের $\overrightarrow{OA}$ ভেক্টরটি Y অক্ষের সাথে কত কোণ উৎপন্ন করবে? ৩

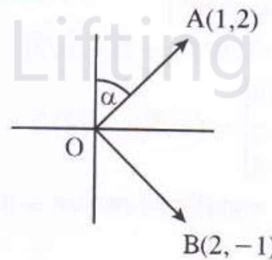
(ঘ) উদ্দীপকের $\overrightarrow{OA}$ এবং $\overrightarrow{OB}$ ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব কিনা- গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. এখানে, A(1,2), O(0,0) এবং B(2, −1)

$\overrightarrow{OA} = (1 - 0)\,\hat{i} + (2 - 0)\hat{j}$

$= \hat{i} + 2\hat{j}$



ধরি, Y অক্ষের সাথে α কোণ করে।

তাহলে, $\tan\alpha = \frac{1}{2}$

$\therefore \alpha = \tan^{-1}\left(\frac{1}{2}\right) = 26.57°$

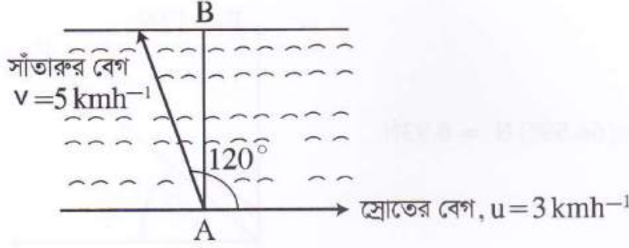
ঘ. 'গ' হতে, $\overrightarrow{OA} = \hat{i} + 2\hat{j}$

$\overrightarrow{OB} = (2 - 0)\hat{i} + (-1 - 0)\hat{j} = 2\hat{i} - \hat{j}$

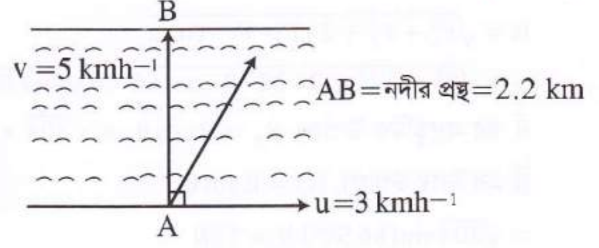
এখন, $\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB} = (\hat{i} + 2\hat{j}) \cdot (2\hat{i} - \hat{j}) = 2 - 2 = 0$

যেহেতু $\overrightarrow{OA}$ ও $\overrightarrow{OB}$ এর dot গুণন 0, তাই তারা পরস্পর লম্ব।

11. [CB'22]



চিত্র : ১



চিত্র : ২

2.2 km প্রস্থের একটি নদীতে স্রোতের বেগ **3 kmh^{-1}**। সাঁতার প্রতিযোগিতায় নদী পাড়ি দেওয়ার লক্ষ্যে প্রথম সাঁতারু **5 kmh^{-1}** বেগে চিত্র-১ অনুসারে এবং দ্বিতীয় সাঁতারু একই বেগে চিত্র-২ অনুসারে সাঁতার আরম্ভ করল।

(গ) প্রথম সাঁতারুর লব্ধি বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উক্ত সাঁতার প্রতিযোগিতার ফলাফল গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. স্রোতের বেগ, $u = 3\text{kmh}^{-1}$

সাঁতারুর বেগ, $v = 5\text{kmh}^{-1}$

$\therefore$ লব্ধি বেগ, $R = \sqrt{u^2 + v^2 + 2uv\cos\alpha} = \sqrt{3^2 + 5^2 + 2 \times 3 \times 5 \times \cos 120°} = 4.36 \text{ kmh}^{-1}$

সাঁতারুর লব্ধি বেগ, $R = 4.36 \text{ kmh}^{-1}$

ঘ. প্রথম সাঁতারুর নদী পার হতে সময়,

$t_1 = \frac{d}{v\sin\alpha}$

$= \frac{2.2}{5\sin 120°} = 0.508\text{h}$

এখানে, $d = 2.2 \text{ km}$
$v = 5\text{kmh}^{-1}$
$\alpha = 120°$

২য় সাঁতারুর নদী পার হতে সময়,

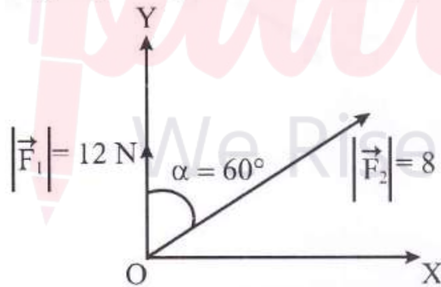
$t_2 = \frac{d}{v\sin\alpha'}$

$\therefore t_2 = \frac{2.2}{5\sin 90°} = 0.44\text{h}$

$d = 2.2 \text{ km}$
$v = 5\text{kmh}^{-1}$
$\alpha' = 90°$

$\therefore t_2 < t_1$ অর্থাৎ, সাঁতার প্রতিযোগিতায় ২য় সাঁতারু বিজয়ী হবে।

12. [CB'22]



(গ) বল দুটির লব্ধি X-অক্ষের সাথে যে কোণে ক্রিয়াশীল তা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বল দুটির লব্ধির অনুভূমিক উপাংশ ও উলম্ব উপাংশের মধ্যে কোনটি বেশি? তোমার মতামত গাণিতিক যুক্তিসহ দাও। ৪

উত্তর

গ. ধরি, F_1 ও F_2 এর লব্ধি F_1 এর সাথে θ কোণে ক্রিয়াশীল।

$\tan\theta = \frac{F_2\sin\alpha}{F_1+F_2\cos\alpha} \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_2\sin\alpha}{F_1+F_2\cos\alpha}\right) \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{8\sin 60°}{12+8\cos 60°}\right) \Rightarrow \theta = 23.41°$

X অক্ষের সাথে উৎপন্ন কোণ, $\theta_x = 90° - \theta = 90° - 23.41° = 66.59°$

ঘ. 'গ' হতে পাই, লব্ধি x-অক্ষের সাথে 66.59° কোণ উৎপন্ন করে। বলদ্বয়ের লব্ধির মান,

$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos\alpha}$

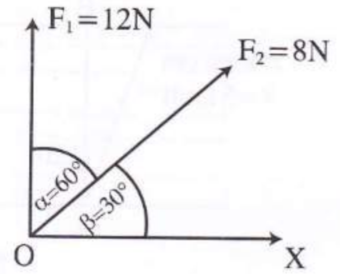
$= \sqrt{8^2 + 12^2 + 2 \cdot 12 \cdot 8 \cdot \cos 60°} = \sqrt{304}\ N$

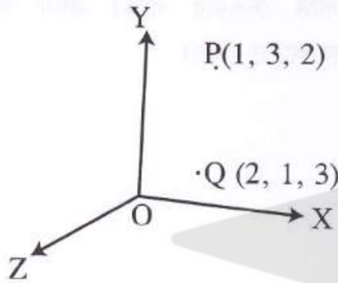
$\vec{R}$ এর অনুভূমিক উপাংশ, $R_x = R\cos\theta_x = \sqrt{304} \times \cos(66.59°)\ N = 6.93N$

$\vec{R}$ এর উলম্ব উপাংশ, $R_y = R\sin\theta_x$

$= \sqrt{304}\sin(66.59°)\ N = 16N$

$\because R_y > R_x$ অর্থাৎ, লব্ধির উলম্ব উপাংশ বেশি।



13. 

[Din.B'22]

চিত্রের **P** ও **Q** বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর যথাক্রমে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$.

(গ) ΔOPQ এর ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। ৩

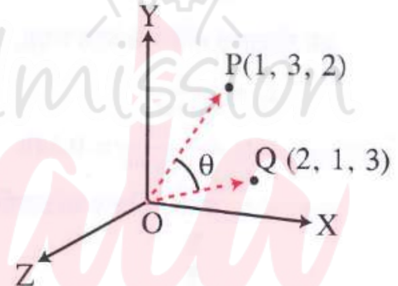
(ঘ) $\vec{P} + \vec{Q}$ ও $\vec{P} - \vec{Q}$ ভেক্টরদ্বয় +Y অক্ষের সাথে সমান কোণ উৎপন্ন করে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. মূলবিন্দুর স্থানাঙ্ক O(0, 0, 0)

এখন, $\vec{P} = (1-0)\hat{i} + (3-0)\hat{j} + (2-0)\hat{k} = \hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k}$

$\vec{Q} = (2-0)\hat{i} + (1-0)\hat{j} + (3-0)\hat{k} = 2\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}$



$\vec{P} \times \vec{Q} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 3 \end{vmatrix} = (9-2)\hat{i} - (3-4)\hat{j} + (1-6)\hat{k} = 7\hat{i} + \hat{j} - 5\hat{k}$

$\therefore |\vec{P} \times \vec{Q}| = \sqrt{(7)^2 + (1)^2 + (-5)^2} = \sqrt{75}$

$\therefore$ ΔOPQ এর ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2} \times (|\vec{P} \times \vec{Q}|) = \frac{1}{2} \times \sqrt{75} = 4.33$ বর্গ একক

ঘ. দেওয়া আছে, $\vec{P} = \hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k}$

$\vec{Q} = 2\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}$

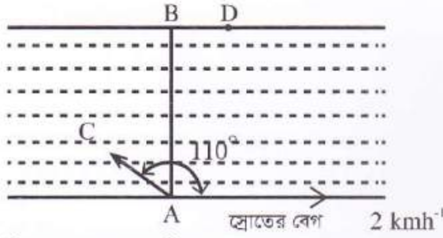
$\vec{P} + \vec{Q} = (1+2)\hat{i} + (3+1)\hat{j} + (2+3)\hat{k} = 3\hat{i} + 4\hat{j} + 5\hat{k}$

$\vec{P} - \vec{Q} = (1-2)\hat{i} + (3-1)\hat{j} + (2-3)\hat{k} = -\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$

$\vec{P} + \vec{Q}$ ভেক্টরটি +Y-অক্ষের সাথে উৎপন্ন কোণের মান θ_1 হলে, $\theta_1 = \cos^{-1}\left(\frac{4}{\sqrt{3^2+4^2+5^2}}\right) = 55.55°$

আবার, $\vec{P} - \vec{Q}$ ভেক্টরটি +Y-অক্ষের সাথে উৎপন্ন কোণের মান θ_2 হলে, $\theta_2 = \cos^{-1}\left(\frac{2}{\sqrt{1^2+2^2+1^2}}\right) = 35.264°$

$\vec{P} + \vec{Q}$ ও $\vec{P} - \vec{Q}$ ভেক্টরদ্বয় যথাক্রমে +y-অক্ষের সাথে 55.55° এবং 35.264° কোণ উৎপন্ন করে যাদের মান সমান নয়। অর্থাৎ, ভেক্টরদ্বয় +Y-অক্ষের সাথে একই পরিমাণ কোণ উৎপন্ন করে না।

14. 

[Din.B'22]

চিত্রে স্রোতের নদীতে একজন লোক এক পাড় হতে অপর পাড়ে যাওয়ার জন্য **$4\ kmh^{-1}$** বেগে **AC** বরাবর নৌকা চালানো শুরু করে। সে অপর পাড়ে **D** বিন্দুতে পৌঁছে। **BD = 0.5 km**, নদীর প্রস্থ = **AB**।

(গ) নদীর প্রস্থ **AB** নির্ণয় কর। ৩

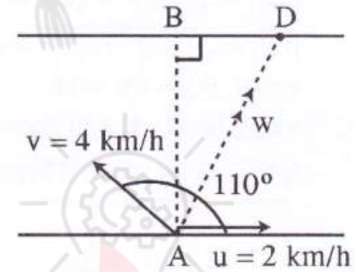
(ঘ) **AC** বরাবর নৌকা চালানো শুরু করলে অপর পাড়ে পৌঁছতে যে সময় লাগে একই বেগে **AB** বরাবর নৌকা চালানো শুরু করলে অপর পাড়ে পৌঁছতে তার চেয়ে কম নাকি বেশি সময় লাগবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক উত্তরের সপক্ষে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ.

নৌকার বেগ, $v = 4\ kmh^{-1}$
স্রোতের বেগ, $u = 2\ kmh^{-1}$
নদীর সাথে নৌকার বেগের কোণ, $\alpha = 110°$

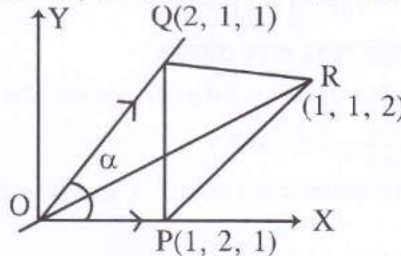
নদীর প্রস্থ বরাবর অতিক্রান্ত দূরত্ব = AB
নদী বরাবর অতিক্রান্ত দূরত্ব = BD
নদীর প্রস্থ বরাবর নৌকার বেগের উপাংশ $= 4\sin 110° + 2\sin 0°$
$= 3.75877$
নদী বরাবর নৌকার বেগের উপাংশ $= 4\cos 110° + 2\cos 0°$
$= 0.63192\ ms^{-1}$



নির্দিষ্ট t সময়ে যেকোনো দিকে অতিক্রান্ত দূরত্ব ঐ দিকে বেগের উপাংশের সমানুপাতিক।
$\therefore \frac{AB}{BD} = \frac{3.75877}{0.63192}$
$\Rightarrow AB = 5.948174 \times BD = 5.948174 \times 0.5\ km\ [BD = 0.5\ km]$
$\therefore AB = 2.974\ km$

ঘ. AC বরাবর চালালে অপর পাড়ে যেতে সময় লাগে, $t_1 = \frac{d}{v\sin\alpha}$
প্রথমক্ষেত্রে, $v = 4\ kmh^{-1}$
$\alpha = 110°$
$d = 2.974\ km$
তাহলে, $t_1 = \frac{2.974}{4 \cdot \sin 110°} = 0.79\ h$
আবার, AB বরাবর নৌকা চালালে স্রোত ও নৌকার মধ্যবর্তী কোণ $\alpha = 90°$। এখন নদী পার হতে সময় t_2 হলে,
$t_2 = \frac{d}{v\sin\alpha} = \frac{2.974}{4 \cdot \sin 90°} = 0.7435\ h$
সুতরাং, AC বরাবর নদী পার হতে AB পথের চেয়ে বেশি সময় লাগবে। অর্থাৎ, নৌকাটি AB পথে রওনা করলেই দ্রুততর সময়ে অপর পাড়ে পৌঁছাতে পারবে।

15. ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় দুটি বিন্দুর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে **P(1, 2, 1)** ও **Q(2, 1, 1)**। বিন্দু দুটির জন্য সৃষ্ট অবস্থান ভেক্টর যথাক্রমে $\overrightarrow{OP}$ ও $\overrightarrow{OQ}$ । অবস্থান ভেক্টরদ্বয়কে সন্নিহিত বাহু ধরে সামান্তরিক অঙ্কন করলে **R** বিন্দুর স্থানাঙ্ক **R(1, 1, 2)** হয়। [MB'22]



(গ) **α** কোণের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের **ΔPQR** সমকোণী ত্রিভুজ গঠন করে কিনা — গাণিতিক ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. $\overrightarrow{OP} = (1-0)\hat{i} + (2-0)\hat{j} + (1-0)\hat{k} = \hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$

$\overrightarrow{OQ} = (2-0)\hat{i} + (1-0)\hat{j} + (1-0)\hat{k} = 2\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$

$\overrightarrow{OP} \cdot \overrightarrow{OQ} = (\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}) \cdot (2\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}) = 2 + 2 + 1 = 5$

$|\overrightarrow{OP}| = \sqrt{1^2 + 2^2 + 1^2} = \sqrt{1+4+1} = \sqrt{6}$

$|\overrightarrow{OQ}| = \sqrt{2^2 + 1^2 + 1^2} = \sqrt{4+1+1} = \sqrt{6}$

আমরা জানি, $\overrightarrow{OP} \cdot \overrightarrow{OQ} = |\overrightarrow{OP}||\overrightarrow{OQ}| \cos\alpha$

$\Rightarrow \alpha = \cos^{-1}\left(\frac{\overrightarrow{OP}\cdot\overrightarrow{OQ}}{|\overrightarrow{OP}||\overrightarrow{OQ}|}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{5}{\sqrt{6}\cdot\sqrt{6}}\right) = \cos^{-1}\left(\frac{5}{6}\right) = 33.56°$

$\therefore$ α কোণের মান 33.56°।

ঘ. $\overrightarrow{OR} = (1-0)\hat{i} + (1-0)\hat{j} + (2-0)\hat{k} = \hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}$

$\overrightarrow{PQ} = \overrightarrow{OQ} - \overrightarrow{OP} = (2-1)\,\hat{i} + (1-2)\,\hat{j} + (1-1)\,\hat{k} = \hat{i} - \hat{j}$

$\overrightarrow{QR} = \overrightarrow{OR} - \overrightarrow{OQ} = (1-2)\,\hat{i} + (1-1)\,\hat{j} + (2-1)\,\hat{k} = -\hat{i} + \hat{k}$

$\overrightarrow{PR} = \overrightarrow{OR} - \overrightarrow{OP} = (1-1)\,\hat{i} + (1-2)\,\hat{j} + (2-1)\,\hat{k} = -\hat{j} + \hat{k}$

$|\overrightarrow{PQ}| = \sqrt{(1)^2 + (-1)^2} = \sqrt{2}$

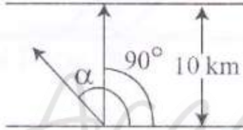
$|\overrightarrow{QR}| = \sqrt{(-1)^2 + (1)^2} = \sqrt{2}$

$|\overrightarrow{PR}| = \sqrt{(-1)^2 + (1)^2} = \sqrt{2}$

এখানে, $PQ = QR = PR$

সমবাহু ত্রিভুজ সমকোণী ত্রিভুজ গঠন করে না।

সুতরাং, ΔPQR সমকোণী ত্রিভুজ গঠন করে না।

16. 

[DB'21]

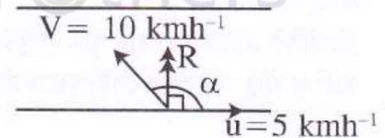
10km প্রস্থবিশিষ্ট একটি নদীতে স্রোতের বেগ **5kmh^{-1}**। প্রথম মাঝি **10kmh^{-1}** বেগে স্রোতের সাথে α কোণে এবং ২য় মাঝি **10kmh^{-1}** বেগে স্রোতের সাথে লম্বভাবে নদী পার হতে যাত্রা করল।

(গ) α কোণের মান কত হলে ১ম মাঝি সোজাসুজি নদীর অপর পাড়ে পৌঁছাবে? ৩

(ঘ) কোন মাঝি নদীর অপর পাড়ে আগে পৌঁছাতে পারবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ.



লব্ধি $(\vec{R})$ স্রোত $(\vec{u})$ এর সাথে 90° কোণে কাজ করে।

সুতরাং, $\tan 90° = \frac{v\sin\alpha}{u + v\cos\alpha}$ $\therefore u + v\cos\alpha = 0$

$\Rightarrow \cos\alpha = \left(-\frac{u}{v}\right) = -\frac{5}{10} = -\frac{1}{2}$ $\therefore \alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{1}{2}\right) = 120°$

$\therefore$ α এর মান 120° হলে ১ম মাঝি সোজাসুজি অপর পাড়ে পৌঁছাবে।

ঘ. ১ম মাঝির নদীর প্রস্থ বরাবর বেগের উপাংশ $= v\sin\alpha = 10\ \text{kmh}^{-1} \times \sin 120° = 8.66\ \text{kmh}^{-1}$

$\therefore$ ১ম মাঝির পার হতে সময়, $t_1 = \frac{10\ \text{km}}{8.66\ \text{kmh}^{-1}} = 1.1547\ \text{h}$

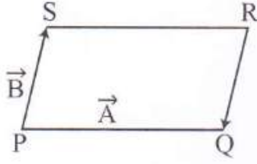
আবার, ২য় মাঝির নদীর প্রস্থ বরাবর বেগের উপাংশ $= 10\ \text{kmh}^{-1} \times \sin 90° + 5\ \text{kmh}^{-1} \times \sin 0°$

$= (10 + 0)\ \text{kmh}^{-1} = 10\ \text{kmh}^{-1}$

$\therefore$ ২য় মাঝির প্রয়োজনীয় সময়, $t_2 = \frac{10\ \text{km}}{10\ \text{kmh}^{-1}} = 1\text{h}$ $\therefore t_2 < t_1$

$\therefore$ ২য় মাঝি আগে পৌঁছাতে পারবে।

17. $\vec{A} = 2\hat{i} + 4\hat{j} + 2\hat{k}, \vec{B} = 3\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$ এবং $\vec{C} = \hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$। [DB'21]



(গ) $\vec{B}$ ও $\vec{A}$ ভেক্টর দ্বারা গঠিত সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের ভেক্টর তিনটি সমতলীয় কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $\vec{B}$ ও $\vec{A}$ দ্বারা গঠিত সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল $= |\vec{B} \times \vec{A}|$ বর্গএকক

$$\vec{B} \times \vec{A} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 3 & 3 & 4 \\ 2 & 4 & 2 \end{vmatrix} = \hat{i}(6-16) - \hat{j}(6-8) + \hat{k}(12-6) = -10\hat{i} + 2\hat{j} + 6\hat{k}$$

$\therefore |\vec{B} \times \vec{A}| = \sqrt{(-10)^2 + 2^2 + 6^2} = 2\sqrt{35}$ $\therefore$ সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল $= 2\sqrt{35}$ বর্গএকক

ঘ. ভেক্টর তিনটি সমতলীয় হলে এদের দ্বারা গঠিত ঘনবস্তুর আয়তন শূন্য হবে। 'গ' হতে পাই, $\vec{B} \times \vec{A} = -10\hat{i} + 2\hat{j} + 6\hat{k}$

$(\vec{B} \times \vec{A}) \cdot \vec{C} = -10 + 4 + 6 = 0$

$\therefore$ ভেক্টর তিনটি দ্বারা গঠিত ঘনবস্তুর আয়তন শূন্য। $\therefore$ এরা সমতলীয়।

18. $\vec{A} = 4\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$; $\vec{B} = \hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}$; $\vec{C} = 4\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}$ [RB'21]

(গ) $\vec{C}$ বরাবর $\vec{B}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ নির্ণয় কর।

(ঘ) $|\vec{A} - \vec{B}| > |\vec{B} - \vec{C}| > |\vec{A} - \vec{C}|$; সঠিক/সঠিক নয়-যাচাই কর।

উত্তর

গ. $\vec{C}$ বরাবর $\vec{B}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ, $|\vec{B}|\cos\theta = \frac{\vec{B}\cdot\vec{C}}{|\vec{C}|} = \frac{(\hat{i}-2\hat{j}-\hat{k})\cdot(4\hat{i}-2\hat{j}+\hat{k})}{\sqrt{4^2+(-2)^2+1^2}} = \frac{4+4-1}{\sqrt{21}} = \frac{\sqrt{21}}{3}$ (**Ans.**)

ঘ. $\vec{A} - \vec{B} = (4\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}) - (\hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}) = 3\hat{i} + 4\hat{j}$ $\therefore |\vec{A} - \vec{B}| = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5$ একক

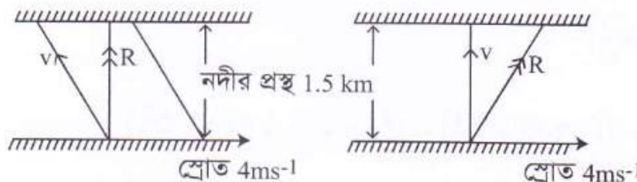
$\vec{B} - \vec{C} = (\hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}) - (4\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}) = -3\hat{i} - 2\hat{k}$

$\therefore |\vec{B} - \vec{C}| = \sqrt{(-3)^2 + (-2)^2} = \sqrt{13}$ এবং $\vec{A} - \vec{C} = (4\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}) - (4\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}) = 4\hat{j} - 2\hat{k}$

$\therefore |\vec{A} - \vec{C}| = \sqrt{4^2 + 2^2} = 2\sqrt{5}$

দেখা যায়, $|\vec{A} - \vec{B}| > |\vec{A} - \vec{C}| > |\vec{B} - \vec{C}|$ $\therefore$ বক্তব্যটি সঠিক নয়।

19. [RB'21]



চিত্র-ক চিত্র-খ

[উভয় চিত্রে $\mathbf{v}$ = নৌকার বেগ = 6ms^{-1}; $\mathbf{R}$ = লব্ধি বেগ]

(গ) চিত্র 'ক' থেকে লব্ধি বেগ R নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কোন চিত্রানুসারে নদী পার হতে কম সময় লাগবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. চিত্র 'ক' তে লব্ধি স্রোতের বেগ, $\vec{u}$ এর সাথে 90° কোণে ক্রিয়া করছে,

$\therefore \tan 90° = \frac{v\sin\alpha}{u+v\cos\alpha} \Rightarrow u + v\cos\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = -\frac{u}{v} = -\frac{4}{6} \therefore \alpha = 131.81°$

এখন, লব্ধিবেগ, $R = \sqrt{u^2 + v^2 + 2uv\cos\alpha} = 4.47\ ms^{-1}$

বিকল্প:

লব্ধিবেগ, $R = \sqrt{v^2 - u^2} = \sqrt{6^2 - 4^2} = 4.47\ ms^{-1}$ [$v = 6\ ms^{-1}$; $u = 4\ ms^{-1}$]

ঘ. 'গ' হতে প্রাপ্ত, চিত্র 'ক'-এ নৌকা এবং স্রোতের মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha = 131.81°$

চিত্র 'ক' তে নদীর প্রস্থ বরাবর বেগের উপাংশ, $v\sin\alpha + u\sin(0°) = R = 4.47\ ms^{-1}$

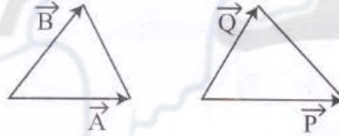
$\therefore$ পার হতে সময়, $t_1 = \frac{1500\ m}{4.47\ ms^{-1}} = 335.57s$

আবার, চিত্র-(খ) তে, নদীর প্রস্থ বরাবর বেগের উপাংশ $= v\sin(90°) + u\sin(0°) = 6\ ms^{-1}$

$\therefore$ পার হতে সময়, $t_2 = \frac{1500\ m}{6\ ms^{-1}} = 250s \because t_2 < t_1$

$\therefore$ চিত্র-'খ' অনুসারে নদী পার হতে কম সময় লাগবে।

20. $\vec{A} = 2\hat{i} + \sqrt{2}\hat{j} - \sqrt{3}\hat{k}$ এবং $\vec{B} = \sqrt{3}\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$ একটি ত্রিভুজের দুটি সন্নিহিত বাহু নির্দেশ করে। $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ ভেক্টরদ্বয় অপর একটি ত্রিভুজের দুটি সন্নিহিত বাহু নির্দেশ করে, যেখানে $\vec{P} = 3\vec{A}$ এবং $\vec{Q} = \frac{1}{2}\vec{B}$। **[Ctg.B'21]**



(গ) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত ত্রিভুজদ্বয়ের মধ্যে কোনটি অধিক জায়গা দখল করবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $\vec{A}\cdot\vec{B} = |\vec{A}||\vec{B}|\cos\theta \Rightarrow \cos\theta = \frac{(2\hat{i}+\sqrt{2}\hat{j}-\sqrt{3}\hat{k})\cdot(\sqrt{3}\hat{i}+3\hat{j}-2\hat{k})}{\sqrt{2^2+2+3}\sqrt{3+3^2+4}} = \frac{2\sqrt{3}+3\sqrt{2}+2\sqrt{3}}{3\times4} = 0.931 \therefore \theta = 21.424°$

ঘ. প্রথম ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}|\vec{A}\times\vec{B}|$ বর্গএকক

$$\vec{A}\times\vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & \sqrt{2} & -\sqrt{3} \\ \sqrt{3} & 3 & -2 \end{vmatrix} = \hat{i}(-2\sqrt{2}+3\sqrt{3}) - \hat{j}(-4+3) + \hat{k}(6-\sqrt{6}) = (3\sqrt{3}-2\sqrt{2})\hat{i} + \hat{j} + (6-\sqrt{6})\hat{k}$$

$\therefore$ ১ম ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}|\vec{A}\times\vec{B}|$ বর্গএকক $= \frac{1}{2}\times 4.383$ বর্গএকক $= 2.19$ বর্গএকক

$\vec{P} = 3(2\hat{i} + \sqrt{2}\hat{j} - \sqrt{3}\hat{k}) = 6\hat{i} + 3\sqrt{2}\hat{j} - 3\sqrt{3}\hat{k}$

$\vec{Q} = \frac{1}{2}(\sqrt{3}\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}) = \frac{\sqrt{3}}{2}\hat{i} + \frac{3}{2}\hat{j} - \hat{k}$

$$\vec{P}\times\vec{Q} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 6 & 3\sqrt{2} & -3\sqrt{3} \\ \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{3}{2} & -1 \end{vmatrix} = \hat{i}\left(-3\sqrt{2}+\frac{9\sqrt{3}}{2}\right) - \hat{j}\left(-6+\frac{9}{2}\right) + \hat{k}\left(9-\frac{3\sqrt{6}}{2}\right)$$

$\therefore |\vec{P}\times\vec{Q}| = 6.57476$

$\therefore$ ২য় ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}\times|\vec{P}\times\vec{Q}|$ বর্গএকক $= 3.2874$ বর্গএকক

$\therefore$ দেখা যায়, ২য় ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল ১ম ত্রিভুজ হতে বেশি।

$\therefore$ ২য় ত্রিভুজ অধিক জায়গা দখল করে।

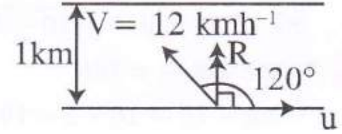
21. শান্ত একটি কলেজের ছাত্র। তার বাড়ির পাশ দিয়ে 1km প্রশস্ত একটি নদী প্রবাহিত। বাড়ির সোজাসুজি অপর পাড়ে তার কলেজ। একদিন সকালে সে ক্লাস শুরু হওয়ার 5 মিনিট পূর্বে স্রোতের বেগের সাথে $120°$ কোণে $12\ kmh^{-1}$ বেগে একটি নৌকায় কলেজের উদ্দেশ্যে রওনা হলো। [Ctg.B'21]

(গ) নদীতে স্রোতের বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) শান্ত কি যথাসময়ে ক্লাসে উপস্থিত হতে পারবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. এখন, স্রোতের সাথে 90° পথে ঠিক সোজাসুজি অপর পাড়ে পৌঁছাবে। স্রোতের বেগ $\vec{u}$ এর সাথে লব্ধি $\vec{R}$, 90° কোণে থাকবে।

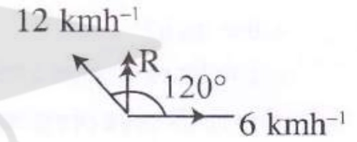


$\tan 90° = \frac{v \sin 120°}{u + v\cos 120°} \Rightarrow u + v\cos 120° = 0$

$\Rightarrow u = -v\cos 120° = -12\ kmh^{-1}\left(-\frac{1}{2}\right)$

$\therefore$ স্রোতের বেগ $= 6\ kmh^{-1}$, যা তীর বরাবর প্রবাহিত।

ঘ.

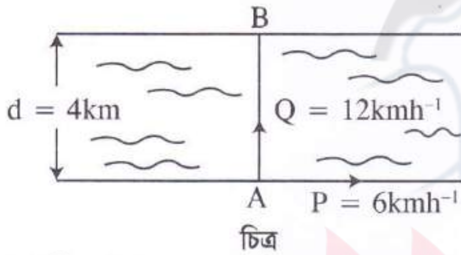


লব্ধি বেগ, $R = \sqrt{(12)^2 + (6)^2 + 2 \times 12 \times 6 \cos 120°}\ kmh^{-1} = 6\sqrt{3}\ kmh^{-1}$

$\therefore$ প্রয়োজনীয় সময় $= \frac{1\ km}{6\sqrt{3}\ kmh^{-1}} = 0.096225h = 5.7735\ min$

$\therefore$ 5 মিনিটের বেশি সময় লাগবে, শান্ত যথাসময়ে উপস্থিত হতে পারবে না।

22.



চিত্র

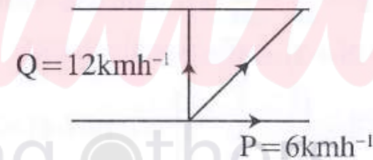
4 km প্রস্থ একটি নদীর পাড়ের 'A' বিন্দু হতে $12\ kmh^{-1}$ বেগে একটি নৌকা নদীর অপর পাড়ে যাওয়ার জন্য যাত্রা শুরু করল। একজন লোক নৌকা চলার শুরু হতে অপর পাড়ে 'B' বিন্দুতে 20 মিনিট অপেক্ষা করে চলে গেল। নদীতে স্রোতের বেগ $6\ kmh^{-1}$। [SB'21]

(গ) নৌকার লব্ধি বেগের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে অপেক্ষমান লোকটির সাথে নৌকার সাক্ষাৎ হবে কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ.



লব্ধি বেগের মান $R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\alpha}$

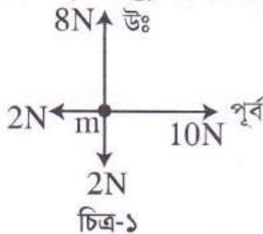
$= \sqrt{6^2 + 12^2 + 2 \times 6 \times 12\cos 90°}$

$= 6\sqrt{5}\ kmh^{-1}$

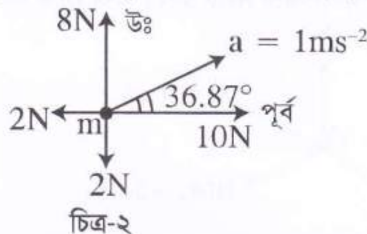
ঘ. অপর পাড়ে যাওয়ার প্রয়োজনীয় সময় $t = \frac{d}{Q\sin\alpha} = \frac{4km}{12\sin 90°} = \frac{1}{3}hour = 20\ minutes$

$\therefore$ অপেক্ষমান লোকটির সাথে নৌকার সাক্ষাৎ হবে।

23. $m = (10\ kg)$ ভরের একটি বস্তুর উপর একই সময়ে চারটি বল ক্রিয়া করছে, যা ১ নং চিত্রে দেখানো হলো- [SB'21]



চিত্র-১



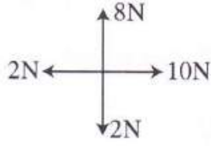
চিত্র-২

(গ) ১ নং চিত্রে বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল নিট বলের মান কত? ৩

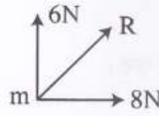
(ঘ) ১ নং চিত্রের আলোকে ২ নং চিত্রের সঠিকতা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ.



চিত্র-১



চিত্র-২

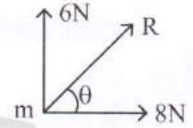
নিট বলের মান $R = \sqrt{(10-2)^2 + (8-2)^2} = 10\text{ N}$

ঘ. গ হতে প্রাপ্ত, $R = 10\text{N}$

$\therefore ma = 10 \Rightarrow 10 \times a = 10 \Rightarrow a = 1\text{ ms}^{-2}$

আবার, $\tan\theta = \frac{6}{8} \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)$

$\therefore \theta = 36.87°$



∴ ১ নং চিত্রের আলোকে ২ নং চিত্র সঠিক।

24. নিচে তিনটি ভেক্টর দেওয়া আছে: **[BB'21]**

$\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}$

$\vec{B} = 5\hat{i} - \hat{j} + 6\hat{k}$

$\vec{C} = 4\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}$

(গ) $\vec{A}$ এবং $\vec{C}$ এর মধ্যবর্তী কোণ কত? ৩

(ঘ) ভেক্টর $\vec{A}$ এবং $\vec{B}$ পরস্পর একই দিকে ক্রিয়াশীল কিনা তা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}; \vec{C} = 4\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}$

$A = \sqrt{2^2 + 3^2 + 4^2} = \sqrt{29}; C = \sqrt{4^2 + 2^2 + (-3)^2} = \sqrt{29}$

$\vec{A} \cdot \vec{C} = 8 + 6 - 12 = 2$

$\cos\theta = \frac{\vec{A}\cdot\vec{C}}{AC} = \frac{2}{29} \Rightarrow \theta = 86.045°$ **(Ans.)**

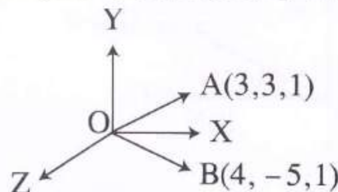
ঘ. $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 4\hat{k}; \vec{B} = 5\hat{i} - \hat{j} + 6\hat{k}$

$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 3 & 4 \\ 5 & -1 & 6 \end{vmatrix} = \hat{i}(18+4) - \hat{j}(12-20) + \hat{k}(-2-15) = 22\hat{i} + 8\hat{j} - 17\hat{k}$

$\therefore |\vec{A} \times \vec{B}| = \sqrt{22^2 + 8^2 + (-17)^2} = 3\sqrt{93} \therefore |\vec{A} \times \vec{B}| \neq 0$

∴ $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ পরস্পর একই দিকে ক্রিয়াশীল নয়।

25. নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ্য কর যেখানে ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় $A(3, 3, 1)$ এবং $B(4, -5, 1)$ দুটি বিন্দু। **[BB'21]**



(গ) $\overrightarrow{AB}$ এর সমান্তরাল একটি একক ভেক্টর নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) O, A ও B বিন্দুসমূহের সংযোগে গঠিত ত্রিভুজটি একটি সমকোণী ত্রিভুজ কিনা– গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক তোমার মতামত দাও। ৪

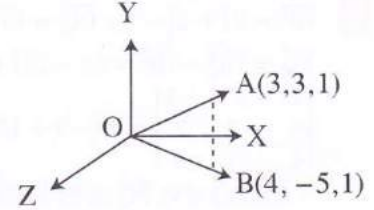
উত্তর

গ. $A(3,3,1), B(4,-5,1)$; $\overrightarrow{AB} = (4-3)\hat{i} + (-5-3)\hat{j} + (1-1)\hat{k} = \hat{i} - 8\hat{j}$

$|\overrightarrow{AB}| = \sqrt{1^2 + (-8)^2} = \sqrt{65}$

$\therefore$ $\overrightarrow{AB}$ এর সমান্তরাল একক ভেক্টর $= \frac{1}{\sqrt{65}}(\hat{i} - 8\hat{j})$

ঘ.



$\overrightarrow{OA} = 3\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k}$; $OA = \sqrt{3^2 + 3^2 + 1^2} = \sqrt{19}$

$\overrightarrow{OB} = 4\hat{i} - 5\hat{j} + \hat{k}$; $OB = \sqrt{4^2 + (-5)^2 + 1} = \sqrt{42}$

$\overrightarrow{AB} = \hat{i} - 8\hat{i}$; $AB = \sqrt{1^2 + (-8)^2} = \sqrt{65}$

$OA^2 + OB^2 = (\sqrt{19})^2 + (\sqrt{42})^2 = 61$

$AB^2 = (\sqrt{65})^2 = 65$

$\therefore OA^2 + OB^2 \neq AB^2$

$\therefore$ O, A, B বিন্দুসমূহের সংযোগে গঠিত ত্রিভুজটি সমকোণী ত্রিভুজ নয়।

26. রবিনদের বাড়ির সামনে **1000m** প্রশস্ত একটি নদী স্রোতঃস্বিনী প্রবাহিত। বাড়ির সোজাসুজি নদীর ঠিক অপর পাড়ে তার কলেজ। একদিন সকালে সে ক্লাস শুরু হওয়ার ঠিক **10** মিনিট পূর্বে স্রোতের বেগের সাথে **120°** কোণে $\mathbf{10\ kmh^{-1}}$ বেগের একটি নৌকায় কলেজের উদ্দেশ্যে রওনা দিলো এবং সোজা অপর পাড়ে গিয়ে কলেজে পৌঁছালো। [নদীর পাড় হতে কলেজের দূরত্ব নগণ্য বিবেচনা করতে হবে।] **[JB'21]**

(গ) উদ্দীপক অনুসারে নদীতে স্রোতের বেগ কত? ৩

(ঘ) রবিন কি যথাসময়ে ক্লাসে উপস্থিত হতে পারবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ.

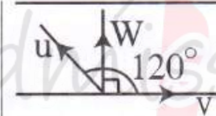
সোজা অপর পাড়ে পৌঁছানোর জন্য,

$\tan 90° = \frac{u \sin\alpha}{v + u\cos\alpha}$

$\Rightarrow v + u\cos\alpha = 0$

$\Rightarrow v = -u\cos\alpha = -10\cos 120° = 5\ kmh^{-1}$

$\therefore$ স্রোতের বেগ $= 5\ kmh^{-1}$



নৌকার বেগ, $u = 10\ kmh^{-1}$

স্রোতের বেগ $= v$

$\alpha = 120°$

ঘ.

রবিনের অপর পাড়ে পৌঁছাতে সময়,

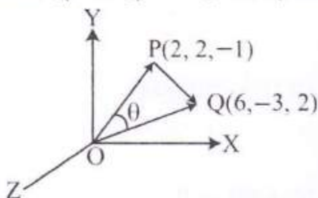
$t = \frac{d}{u\sin\alpha}$

$\therefore t = \frac{1km}{(10\sin 120°)\ kmh^{-1}} = 0.11547h = 6.93\ min$

$\therefore$ রবিন সঠিক সময়ে পৌঁছাতে পারবে।

$d = 1000m = 1km$

27. চিত্রে দুটি বিন্দু **P** ও **Q** এর স্থানাঙ্ক দেওয়া আছে। $\overrightarrow{OP}$ ও $\overrightarrow{OQ}$ যথাক্রমে বিন্দুদ্বয়ের অবস্থান ভেক্টর নির্দেশ করছে। **[JB'21]**



(গ) $\overrightarrow{OP}$ ও $\overrightarrow{OQ}$ ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ **θ** এর মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) $\overrightarrow{OP}, \overrightarrow{PQ}$ ও $\overrightarrow{OQ}$ ভেক্টর তিনটি একই সমতলে অবস্থান করে কিনা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. $\overrightarrow{OP} = 2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$; $OP = \sqrt{2^2 + 2^2 + (-1)^2} = 3$

$\overrightarrow{OQ} = 6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$; $OQ = \sqrt{6^2 + (-3)^2 + 2^2} = 7$

$\overrightarrow{OP} \cdot \overrightarrow{OQ} = |\overrightarrow{OP}||\overrightarrow{OQ}| \cos\theta \Rightarrow (2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}) \cdot (6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}) = 3 \times 7 \times \cos\theta$

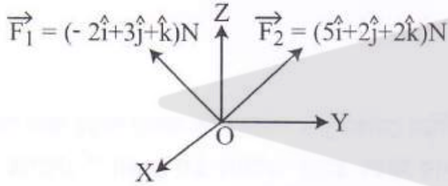
$\Rightarrow 12 - 6 - 2 = 21\cos\theta \Rightarrow \theta = \cos^{-1}\frac{4}{21} = 79.019°$ $\therefore \overrightarrow{OP}, \overrightarrow{OQ}$ ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ 79.019° (**Ans.**)

ঘ. $\overrightarrow{OP} = 2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$; $\overrightarrow{OQ} = 6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$

$\overrightarrow{PQ} = \overrightarrow{OQ} - \overrightarrow{OP} = (6-2)\hat{i} + (-3-2)\hat{j} + (2+1)\hat{k} = 4\hat{i} - 5\hat{j} + 3\hat{k}$

$$\begin{vmatrix} 2 & 2 & -1 \\ 6 & -3 & 2 \\ 4 & -5 & 3 \end{vmatrix} = 2(-9+10) - 2(18-8) - 1(-30+12) = 2 - 20 + 18 = 0$$

$\therefore \overrightarrow{OP}, \overrightarrow{OQ}$ এবং $\overrightarrow{PQ}$ ভেক্টর তিনটি একই সমতলে অবস্থিত।

28. 

[CB'21]

চিত্রে $\overrightarrow{F_1}$ ও $\overrightarrow{F_2}$ বলদ্বয় O বিন্দুতে ক্রিয়াশীল।

(গ) $\overrightarrow{F_1} \times \overrightarrow{F_2}$ বের কর। ৩

(ঘ) $\overrightarrow{F_1} + \overrightarrow{F_2}$ ও $\overrightarrow{F_1} - \overrightarrow{F_2}$ পরস্পর লম্ব কিনা যাচাই কর। ৪

উত্তর

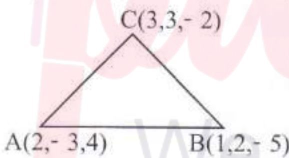
গ. $\vec{F}_1 = (-2\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k})N$; $\vec{F}_2 = (5\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k})N$; $\vec{F}_1 \times \vec{F}_2 = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ -2 & 3 & 1 \\ 5 & 2 & 2 \end{vmatrix}$

$= \hat{i}(6-2) - \hat{j}(-4-5) + \hat{k}(-4-15) = 4\hat{i} + 9\hat{j} - 19\hat{k}$ $\therefore \vec{F}_1 \times \vec{F}_2 = 4\hat{i} + 9\hat{j} - 19\hat{k}$

ঘ. $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 3\hat{i} + 5\hat{j} + 3\hat{k}$; $\vec{F}_1 - \vec{F}_2 = -7\hat{i} + \hat{j} - \hat{k}$

$(\vec{F}_1 + \vec{F}_2) \cdot (\vec{F}_1 - \vec{F}_2) = -21 + 5 - 3 = -19$

$\because (\vec{F}_1 + \vec{F}_2)$ এবং $(\vec{F}_1 - \vec{F}_2)$ এর ডট গুণফল 0 নয়। তাই এরা পরস্পর লম্ব নয়।

29. 

চিত্রটি লক্ষ কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও: **[Din.B'21]**

(গ) ∠**BAC** কোণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) $\overrightarrow{AB}$, $\overrightarrow{BC}$ ও $\overrightarrow{CA}$ ভেক্টরত্রয় একই সমতলে থাকবে কি'না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $\overrightarrow{AB} = -\hat{i} + 5\hat{j} - 9\hat{k}$; $AB = \sqrt{(-1)^2 + 5^2 + (-9)^2} = \sqrt{107}$

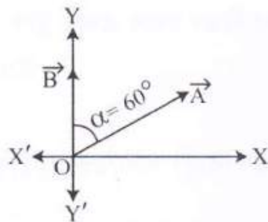
$\overrightarrow{AC} = \hat{i} + 6\hat{j} - 6\hat{k}$; $AC = \sqrt{1^2 + 6^2 + (-6)^2} = \sqrt{73}$

$\overrightarrow{AB} \cdot \overrightarrow{AC} = |\overrightarrow{AB}||\overrightarrow{AC}| \cos\angle BAC \Rightarrow -1 + 30 + 54 = \sqrt{107}\sqrt{73}\cos\angle BAC \Rightarrow \angle BAC = 20.094°$

ঘ. $\overrightarrow{AB} = -\hat{i} + 5\hat{j} - 9\hat{k}, \overrightarrow{BC} = 2\hat{i} + \hat{j} + 3\hat{k}, \overrightarrow{CA} = -\hat{i} - 6\hat{j} + 6\hat{k}$

এখন $\begin{vmatrix} -1 & 5 & -9 \\ 2 & 1 & 3 \\ -1 & -6 & 6 \end{vmatrix} = -1(6+18) - 5(12+3) - 9(-12+1) = -24 - 75 + 99 = 0$

$\therefore \overrightarrow{AB}, \overrightarrow{BC}, \overrightarrow{CA}$ ভেক্টরত্রয় একই সমতলে অবস্থিত।

30. 

[Din.B'21]

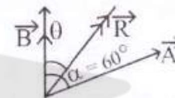
চিত্রে $|\vec{A}| = 5N$ ও $|\vec{B}| = 8N$

(গ) ভেক্টর দুটির লব্ধি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) $(\vec{A} - \vec{B})$ ভেক্টরটি X অক্ষের সাথে কত কোণ উৎপন্ন করে? প্রয়োজনীয় চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

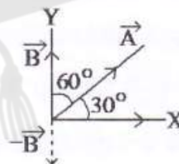
গ. ধরি, ভেক্টর দুটির লব্ধি $\vec{R}$, যা $\vec{B}$ এর সাথে θ কোণ তৈরি করে।



$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\alpha} = \sqrt{5^2 + 8^2 + 2 \times 5 \times 8 \cos 60°} = \sqrt{129}$ N

$\theta = \tan^{-1}\frac{5\sin 60°}{8 + 5\cos 60°} \Rightarrow \theta = 22.41°$

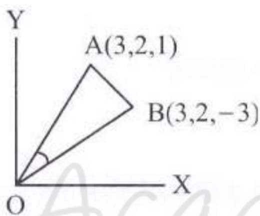
ঘ. $\vec{B} = 8\hat{j}\,;\vec{A} = 5\cos 30°\,\hat{i} + 5\sin 30°\,\hat{j}$



$\vec{A} = \frac{5\sqrt{3}}{2}\hat{i} + \frac{5}{2}\hat{j} \therefore \vec{A} - \vec{B} = \frac{5\sqrt{3}}{2}\hat{i} - \frac{11}{2}\hat{j} = \vec{C}$

$|\vec{A} - \vec{B}| = \sqrt{49} = 7$

X-অক্ষের সাথে উৎপন্ন কোণ, $\theta_x = \cos^{-1}\frac{\frac{5\sqrt{3}}{2}}{7} \Rightarrow \theta_x = 51.787°$

31. 

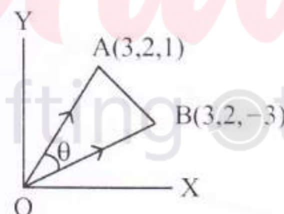
[MB'21]

(গ) উদ্দীপকের আলোকে ∠AOB নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ΔAOB সমকোণী ত্রিভুজ গঠন করবে কিনা –গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. $\overrightarrow{OA} = \vec{A} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$



$\overrightarrow{OB} = \vec{B} = 3\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}$

$|\vec{A}| = \sqrt{3^2 + 2^2 + 1^2} = \sqrt{14}$

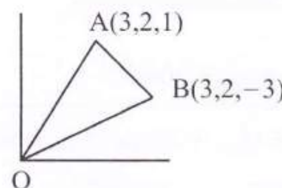
$|\vec{B}| = \sqrt{3^2 + 2^2 + (-3)^2} = \sqrt{22}$

$\vec{A} \cdot \vec{B} = 9 + 4 - 3 = 10$

$\therefore \vec{A} \cdot \vec{B} = AB\cos\theta \Rightarrow \cos\theta = \frac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{AB} = \frac{10}{\sqrt{14 \times 22}}$

$\theta = 55.264° \therefore \angle AOB = 55.264°$

ঘ. $\overrightarrow{OA} = 3\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k}$



$\overrightarrow{OB} = 3\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}$

$\overrightarrow{AB} = -4\hat{k}$

$OA = \sqrt{14}$

$OB = \sqrt{22}$

$AB = 4$

$OA^2 + AB^2 = 14 + 16 = 30 \neq OB^2 \therefore \Delta AOB$ সমকোণী ত্রিভুজ গঠন করবে না।

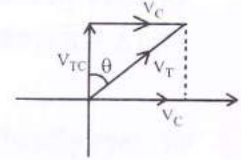
32. ঘণ্টায় **40 km** বেগে পূর্ব দিকে চলমান একটি গাড়ির চালক উত্তর দিকে ঘণ্টায় তার বেগের দ্বিগুণ বেগে একটি ট্রাক চলতে দেখল। [পূর্ব দিক ধনাত্মক x-অক্ষ ও উত্তর দিক ধনাত্মক y-অক্ষ বিবেচনা করা হলো।] **[DB'19]**

(গ) ট্রাকটি প্রকৃতপক্ষে কোন দিকে চলছিল? ৩

(ঘ) ট্রাক ও গাড়িটির প্রকৃত বেগ যে তলে অবস্থিত তার উল্লম্ব দিকে একটি ভেক্টর নির্ণয় করা সম্ভব কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে দেখাও। ৪

উত্তর

গ. মনে করি, ট্রাকটি উত্তর দিকের সাথে θ কোণে চলছিল।



গাড়ির প্রকৃতবেগ, $v_C = 40\ kmh^{-1}$; গাড়ির সাপেক্ষে ট্রাকের আপেক্ষিক বেগ,

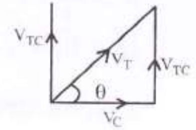
$v_{TC} = 80\ kmh^{-1}$

$\vec{v}_{TC} + \vec{v}_C = \vec{v}_T \therefore v_T^2 = v_{TC}^2 + v_C^2 \Rightarrow v_T = \sqrt{40^2 + 80^2} = 40\sqrt{5}\ kmh^{-1}$

$\therefore \tan\theta = \frac{v_C}{v_{TC}} = \frac{40}{80} = \frac{1}{2} \therefore \theta = \tan^{-1}\frac{1}{2} = 26.565°$

অর্থাৎ, ট্রাকটি $40\sqrt{5}\ kmh^{-1}$ বেগে উত্তর দিকের সাথে 26.565° কোণে পূর্বদিকে চলছিল।

ঘ. এখানে, $v_{TC} = 80\ kmh^{-1}$; $v_C = 40\ kmh^{-1}$



$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v_{TC}}{v_C}\right) = \tan^{-1}\frac{80}{40} = 63.435° \Rightarrow \vec{v}_T = \vec{v}_{TC} + \vec{v}_C \therefore \vec{v}_T = \sqrt{40^2 + 80^2} = 40\sqrt{5}$

প্রকৃতবেগকে উপাংশে প্রকাশ করে পাই, $\vec{v}_C = 40\cos 0°\ \hat{i} + 40\sin 0°\ \hat{j} = 40\hat{i} + 0\hat{j}$

$\vec{v}_T = 40\sqrt{5}\cos 63.435° + 40\sqrt{5}\sin 63.435° = 40\hat{i} + 80\hat{j}$

উল্লম্বদিকে ভেক্টর $\vec{N}$ হলে, $\vec{N} = \vec{v}_C \times \vec{v}_T = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 40 & 0 & 0 \\ 40 & 80 & 0 \end{vmatrix} = \hat{i}(0) - \hat{j}(0) + \hat{k}(40 \times 80) = 3200\hat{k}$

অর্থাৎ তলের লম্বদিকে একটি ভেক্টর নির্ণয় করা সম্ভব এবং এটি $3200\hat{k}$

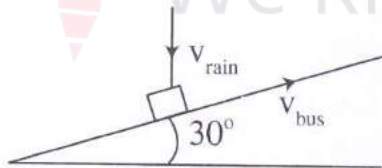
33. **30°** কোণে আনত একটি পাহাড়ের ঢাল বেয়ে **72 kmh^{-1}** সমবেগে একটি বাস ওপরে উঠছে। এমন সময় হঠাৎ বৃষ্টি **6 ms^{-1}** সমবেগে খাড়া নিচে পড়তে শুরু করলো। বৃষ্টি যখন প্রায় শেষ তখন অনুভূমিকভাবে বায়ুপ্রবাহ শুরু হলো। **[RB'19]**

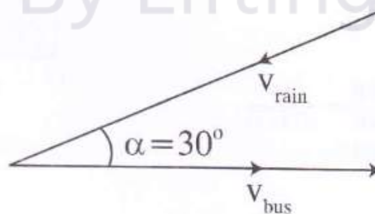
(গ) শুরুতে বাসচালক কত কোণে বৃষ্টি পড়তে দেখবে নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বায়ুপ্রবাহের দরুন বাসচালক খাড়া নিচের দিকে বৃষ্টি পড়তে দেখলে বায়ু প্রবাহের প্রকৃত মান ও দিক গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ.





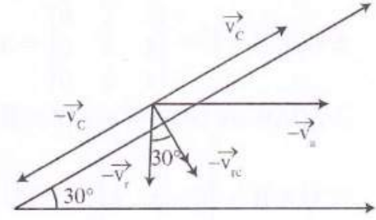
$v_{rain} = 6ms^{-1}, v_{bus} = 20ms^{-1}$

$\therefore w = \sqrt{v_{rain}^2 + v_{bus}^2 + 2v_{rain} \cdot v_{bus}\cos\alpha} = \sqrt{6^2 + 20^2 + 2 \times 6 \times 20 \times \cos 60°} = 2\sqrt{139}\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

$\tan\theta = \frac{v_{rain}\sin\alpha}{v_{bus} + v_{rain}\cos\alpha} = \frac{6 \times \sin 60°}{20 + 6\cos 60°} \therefore \theta = 12.73°$

অনুভূমিকের সাথে = (30° + 12.73°) কোণ করে = 42.73° **(Ans.)**

ঘ. গাড়ির বেগ $\vec{v}_c$, বৃষ্টির মূলবেগ $\vec{v}_r$, বায়ুপ্রবাহের বেগ $\vec{v}_a$, বায়ুপ্রবাহের উপস্থিতিতে গাড়ির সাপেক্ষে বৃষ্টি বেগ $\vec{v}_{rc}$



$v_c = 72\ \text{kmh}^{-1} = 20\ \text{ms}^{-1}, v_r = 6\ \text{ms}^{-1}$

$\vec{v}_{rc} = (\vec{v}_r + \vec{v}_a) - \vec{v}_c = \vec{v}_r + \vec{v}_a + (-\vec{v}_c)$

$\vec{v}_{rc}$ এর লম্ব বরাবর (অর্থাৎ, পাহাড়ের ঢাল বরাবর) উপাংশ নিয়ে পাই,

$v_a \cos 30° - v_c - v_r \sin 30° = 0 \Rightarrow v_a \cos 30° = 20 + 6 \sin 30°$

$\therefore v_a = 26.56\ \text{ms}^{-1}$ বায়ু প্রবাহের দিক অনুভূমিকভাবে বাসের দিকে।

34. তিনটি ভেক্টর রাশি যথাক্রমে $\vec{A} = 4\hat{i} + 3\hat{j} + 5\hat{k}$, $\vec{B} = 2\hat{i} + \hat{j} + 2\hat{k}$ এবং $\vec{C} = x^2y\hat{i} + y^2z\hat{j} + z^2x\hat{k}$। [Ctg.B'19]

(গ) উদ্দীপকের $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরদ্বয়ের লম্ব দিকে একটি একক ভেক্টর নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের $\vec{C}$ ভেক্টরের কার্লের ডাইভারজেন্স শূন্য হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 4 & 3 & 5 \\ 2 & 1 & 2 \end{vmatrix} = \hat{i}(6-5) - \hat{j}(8-10) + \hat{k}(4-6) = \hat{i} + 2\hat{j} - 2\hat{k}$

$\therefore \vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরদ্বয়ের লম্ব দিকে একটি একক ভেক্টর, $\hat{\eta} = \frac{\hat{i}+2\hat{j}-2\hat{k}}{\sqrt{1^2+2^2+(-2)^2}} = \frac{\hat{i}+2\hat{j}-2\hat{k}}{3}$

ঘ.

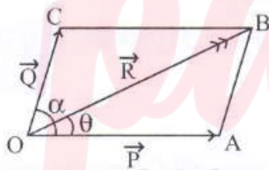
$$\vec{\nabla} \times \vec{C} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ x^2y & y^2z & z^2x \end{vmatrix}$$

$= \hat{i}\left\{\frac{\partial}{\partial y}(z^2x) - \frac{\partial}{\partial z}(y^2z)\right\} - \hat{j}\left\{\frac{\partial}{\partial x}(z^2x) - \frac{\partial}{\partial z}(x^2y)\right\} + \hat{k}\left\{\frac{\partial}{\partial x}(y^2z) - \frac{\partial}{\partial y}(x^2y)\right\}$

$= -y^2\hat{i} - z^2\hat{j} - x^2\hat{k} \therefore \vec{\nabla}\cdot(\vec{\nabla}\times\vec{C}) = \frac{\partial}{\partial x}(-y^2) + \frac{\partial}{\partial y}(-z^2) - \frac{\partial}{\partial z}(-x^2) = 0 + 0 + 0 = 0$

$\therefore \vec{C}$ ভেক্টরের কার্লের ডাইভারজেন্স শূন্য।

35. চিত্রটি লক্ষ্য কর: [SB'19]



$\vec{P} = 4\hat{i} + 3\hat{j}$; $\vec{Q} = 2\hat{j} + 5\hat{k}$

(গ) উদ্দীপকের আলোকে θ-এর মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ΔOAB ও ΔOBC -এর ক্ষেত্রফলের সমষ্টি সামান্তরিক OABC-এর ক্ষেত্রফলের সমান কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. উদ্দীপকে $\overline{P}$ ও $\overline{Q}$ এর মধ্যবর্তী কোণ α।

$\overline{P} = 4\hat{i} + 3\hat{j} \therefore |\overline{P}| = \sqrt{4^2 + 3^2} = 5$

$\overline{Q} = 2\hat{j} + 5\hat{k} \therefore |\overline{Q}| = \sqrt{2^2 + 5^2} = \sqrt{29}$

এখন, $\cos\alpha = \frac{\overline{P}\cdot\overline{Q}}{|\overline{P}||\overline{Q}|} = \frac{6}{5\times\sqrt{29}} \therefore \alpha = \cos^{-1}\left(\frac{6}{5\sqrt{29}}\right) = 77.12°$

θ এর মান নির্ণয়ে, $\tan\theta = \frac{Q\sin\alpha}{P+Q\cos\alpha} = \frac{\sqrt{29}\times\sin 77.12°}{5+\sqrt{29}\times\cos 77.12°} = 0.84 \therefore \theta = 40.25°$

ঘ. $\vec{R} = \vec{P} + \vec{Q} = 4\hat{i} + 5\hat{j} + 5\hat{k}$

এখানে, $\vec{P} \times \vec{R} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 4 & 3 & 0 \\ 4 & 5 & 5 \end{vmatrix} = 15\hat{i} - 20\hat{j} + 8\hat{k}$

$\therefore$ ΔOAB এর ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}|\vec{P} \times \vec{R}| = 13.124$ sq. unit। আবার, ΔOCB এর ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}|\vec{Q} \times \vec{R}|$

$\therefore \vec{Q} \times \vec{R} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 0 & 2 & 5 \\ 4 & 5 & 5 \end{vmatrix} = -15\hat{i} + 20\hat{j} - 8\hat{k}$ $\therefore$ ΔOCB এর ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}|\vec{Q} \times \vec{R}| = 13.124$ sq. unit

সামান্তরিক OABC এর ক্ষেত্রফল $= |\vec{P} \times \vec{Q}|$ $\therefore \vec{P} \times \vec{Q} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 4 & 3 & 0 \\ 0 & 2 & 5 \end{vmatrix} = 15\hat{i} - 20\hat{j} + 8\hat{k}$

$\therefore$ ক্ষেত্রফল $= |\vec{P} \times \vec{Q}| = 26.248$ sq. unit $\therefore$ ΔOAB + ΔOCB = 26.248 sq. unit = সামান্তরিক OABC এর ক্ষেত্রফল

$\therefore$ ΔOAB ও ΔOBC এর ক্ষেত্রলের সমষ্টি সামান্তরিক OABC এর ক্ষেত্রফলের সমান।

36. অনিক $\vec{A} = 2\hat{i} + \hat{j} - \hat{k}$ এবং $\vec{B} = \hat{i} - 2\hat{j} - 3\hat{k}$ দুটি ভেক্টর নিয়ে তাদের ডট ও ক্রস গুণন নির্ণয় করছিল। সে দেখলো যে, ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যস্থ কোণের মান একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ পরিবর্তন করলে তাদের ডট ও ক্রস গুণনের মান সমান হয়। **[BB'19]**

(গ) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরদ্বয় কোনো সামান্তরিকের সন্নিহিত বাহু ধরে উক্ত সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) অনিকের পর্যবেক্ষণের গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ.

$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 1 & -1 \\ 1 & -2 & -3 \end{vmatrix} = \hat{i}(-3-2) - \hat{j}(-6+1) + \hat{k}(-4-1) = -5\hat{i} + 5\hat{j} - 5\hat{k}$

$\therefore$ সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল $= \sqrt{(-5)^2 + 5^2 + (-5)^2} = 5\sqrt{3}$ বর্গ একক।

ঘ. ডট ও ক্রস গুণনের মান সমান হলে, $AB\sin\theta = AB\cos\theta \Rightarrow \tan\theta = 1 \therefore \theta = 45°$

এখন, $\vec{A}\cdot\vec{B} = AB\cos\theta_0 \Rightarrow \cos\theta_0 = \frac{2-2+3}{\sqrt{6}\sqrt{14}} \therefore \theta_0 = 70.9°$

$\therefore 70.9° - 45°$ বা $25.9°$ পরিবর্তন করলে $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরদ্বয়ের ডট ও ক্রস গুণনের মান সমান হবে।

37. ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় তিনটি বিন্দুর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে **P(1, 2, −1), Q(−2, 1, 1)** এবং **R(3, 1, −2)**, যেখানে, $\vec{P}, \vec{Q}$ এবং $\vec{R}$ প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে বিন্দু তিনটির অবস্থান ভেক্টর নির্দেশ করে। **[JB'19]**

(গ) $\vec{P}$ -এর ওপর $\vec{Q}$ ভেক্টরের লম্ব অভিক্ষেপের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) **P, Q** এবং **R** বিন্দুত্রয়ের ক্রম সংযোজন দ্বারা উৎপন্ন ভেক্টরগুলো দ্বারা গঠিত ক্ষেত্র একটি সমকোণী ত্রিভুজ গঠন করে কিনা তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. এখানে, $\vec{P} = \hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$; $\vec{Q} = -2\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$; Q এর লম্ব অভিক্ষেপ $= \frac{\vec{P}\cdot\vec{Q}}{|\vec{P}|} = \frac{-2+2-1}{\sqrt{6}} = -\frac{1}{\sqrt{6}}$

ঘ. $\vec{R} = 3\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k}$

$\overrightarrow{PQ} = \vec{Q} - \vec{P} = (-2-1)\hat{i} + (1-2)\hat{j} + (1+1)\hat{k} = -3\hat{i} - \hat{j} + 2\hat{k}$

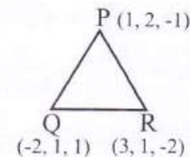
$\overrightarrow{QR} = \vec{R} - \vec{Q} = (3+2)\hat{i} + (1-1)\hat{j} + (-2-1)\hat{k} = 5\hat{i} - 3\hat{k}$

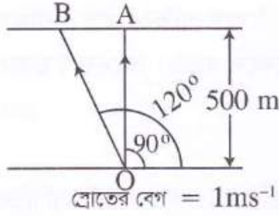
$\overrightarrow{RP} = \vec{P} - \vec{R} = (1-3)\hat{i} + (2-1)\hat{j} + (-1+2)\hat{k} = -2\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$

$\therefore |\overrightarrow{PQ}| = \sqrt{14}, |\overrightarrow{QR}| = \sqrt{34}, |\overrightarrow{RP}| = \sqrt{6}$

$\therefore PQ^2 + RP^2 < QR^2$

$\therefore$ ΔPQR সমকোণী ত্রিভুজ নয়।



38. 

[CB'19]

OB বরাবর, করিমের বেগ = $8\ ms^{-1}$

OA বরাবর রহিমের বেগ = $7.5\ ms^{-1}$

(গ) করিম কত বেগে অপর পাড়ে পৌঁছাল? নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) রহিম ও করিমের মধ্যে কে আগে অপর পাড়ে পৌঁছাবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

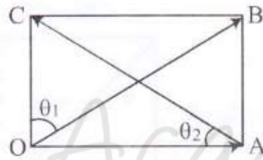
গ. স্রোতের বেগ, $u = 1\ ms^{-1}$; করিমের বেগ, $v = 8\ ms^{-1}$; $\alpha = 120°$

তার লব্ধি বেগ, $w = \sqrt{v^2 + u^2 + 2uv\cos\alpha} = 7.55\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ. রহিমের ক্ষেত্রে সময়, $t_r = \frac{d}{v_r} = \frac{500}{7.5} = 66.67\ s$ [যেখানে, $d = 500\ m$]

করিমের ক্ষেত্রে সময়, $t_k = \frac{d}{v_k \sin\alpha} = \frac{500}{8\sin 120°} = 72.169\ s$ ∴ রহিম আগে অপর পাড়ে পৌঁছাবে।

39. নিচের চিত্র অনুসারে **OABC** একটি আয়তক্ষেত্র। এর **OA** এবং **OB** বাহু দ্বারা দুটি ভেক্টর যথাক্রমে $\vec{P} = \hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}$ এবং $\vec{Q} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ নির্দেশিত হয়েছে। [DB'17]



(গ) উদ্দীপক অনুসারে ΔOAB এর ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে θ_1 ও θ_2 এর মধ্যে কোনটি বড় তা গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে বের কর। ৪

উত্তর

গ. ΔOAB এর ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}|\overrightarrow{OA} \times \overrightarrow{OB}|$

এখন, $\overrightarrow{OA} \times \overrightarrow{OB} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & -2 & -1 \\ 2 & -3 & 2 \end{vmatrix} = \hat{i}(-4-3) - \hat{j}(2+2) + \hat{k}(-3+4) = -7\hat{i} - 4\hat{j} + \hat{k}$

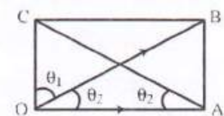
$\therefore |\overrightarrow{OA} \times \overrightarrow{OB}| = \sqrt{(-7)^2 + (-4)^2 + 1^2} = \sqrt{66}$

$\therefore \Delta OAB$ এর ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2}\sqrt{66}$ বর্গএকক।

ঘ. $\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB} = |\overrightarrow{OA}||\overrightarrow{OB}|\cos\theta_2 \Rightarrow (\hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}) \cdot (2\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}) = |\overrightarrow{OA}||\overrightarrow{OB}|\cos\theta_2$

$\Rightarrow 2 + 6 - 2 = \sqrt{1^2 + (-2)^2 + (-1)^2} \cdot \sqrt{2^2 + (-3)^2 + 2^2} \cdot \cos\theta_2$

$\Rightarrow 6 = \sqrt{6} \cdot \sqrt{17} \cdot \cos\theta_2 \Rightarrow \cos\theta_2 = \frac{6}{\sqrt{6}.\sqrt{17}} \Rightarrow \theta_2 = 53.55°$



$\therefore \theta_1 = 90° - \theta_2 = 36.45°$

সুতরাং, $\theta_2 > \theta_1$

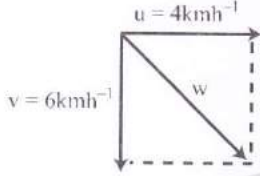
40. কোনো এক বৃষ্টির দিনে নাফিসা জানালার পাশে দাঁড়িয়ে দেখছিল বৃষ্টি উল্লম্বভাবে **$6\ kmh^{-1}$** বেগে পতিত হচ্ছে। নাফিসা লক্ষ করল, রাস্তায় একজন লোক **$4\ kmh^{-1}$** বেগে হাঁটছে এবং অপরজন **$8\ kmh^{-1}$** বেগে সাইকেলে যাচ্ছে। তাদের উভয়ের ছাতা ভিন্ন ভিন্ন কোণে বাঁকাভাবে ধরা। **[RB'17]**

(গ) উদ্দীপকে হেঁটে চলা লোকটির সাপেক্ষে পড়ন্ত বৃষ্টির লব্ধি বেগ কত? ৩

(ঘ) হেঁটে চলন্ত লোকটির এবং সাইকেলে চলন্ত লোকটির ছাতা একইরকমভাবে বাঁকানো নয়- নাফিসার পর্যবেক্ষণটি গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, বৃষ্টির বেগ, $v = 6\ kmh^{-1}$, লোকের বেগ, $u = 4\ kmh^{-1}$

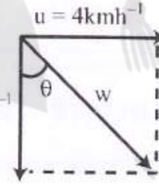


$\therefore$ লব্ধি বেগ, $W = \sqrt{u^2 + v^2} = 2\sqrt{13}kmh^{-1}$

ঘ. দেওয়া আছে, বৃষ্টির বেগ, $v = 6\ kmh^{-1}$

হেঁটে চলন্ত লোকের ক্ষেত্রে, $u = 4kmh^{-1}$

$\therefore$ উলম্বের সাথে কোণ, $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{u}{v}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{4}{6}\right) = 33.69°$

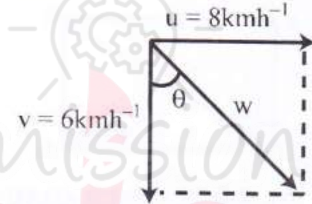


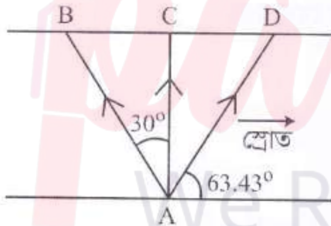
সাইকেলে চলন্ত লোকের ক্ষেত্রে,

দেওয়া আছে, বৃষ্টির বেগ, $v = 6\ kmh^{-1}$, সাইকেলের বেগ, $u = 8\ kmh^{-1}$

$\therefore$ উলম্বের সাথে কোণ, $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{u}{v}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{8}{6}\right) = 53.13°$

$\therefore$ হেঁটে চলন্ত লোক ও সাইকেলে চলন্ত লোকের ছাতা একইরকমভাবে বাঁকানো নয়।



41. 

চিত্রানুযায়ী একটি নদী **31km** প্রশস্ত। দুটি ইঞ্জিন চালিত বোট আড়াআড়ি পার হওয়ার জন্য **A** হতে অভিন্ন বেগে যাত্রা শুরু করল, যাদের একটি **AB** বরাবর অপরটি **AC** বরাবর। প্রথমটি আড়াআড়ি পার হয়ে **C** বিন্দুতে পৌছাঁলেও দ্বিতীয়টি **D** বিন্দুতে পৌঁছায়। [স্রোতের বেগ **$9kmh^{-1}$**] **[Ctg.B'17]**

(গ) উদ্দীপক হতে নৌকার অভিন্ন বেগ হিসাব কর। ৩

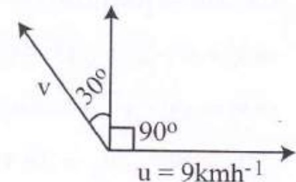
(ঘ) নৌকা দুটি একই সময়ে নদীর অপর পাড়ে পৌঁছায় কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, স্রোতের বেগ, $u = 9\ kmh^{-1}$

মনে করি, নৌকার বেগ = v

প্রথম নৌকাটি v বেগে স্রোতের সাথে 120° কোণে যাত্রা শুরু করলে লব্ধি বেগ স্রোতের সাথে 90° কোণ উৎপন্ন করে।



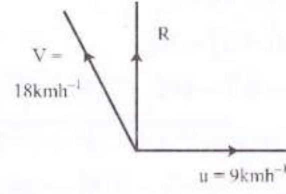
$\therefore \tan 90° = \frac{v \sin 120°}{u + v \cos 120°} \Rightarrow u + v\cos 120° = 0 \Rightarrow u + \left(-\frac{1}{2}\right)v = 0$

$\Rightarrow v = 2u = 18kmh^{-1}$

ঘ. স্রোতের বেগ, $u = 9 \text{ kmh}^{-1}$

নৌকার বেগ, $v = 18 \text{ kmh}^{-1}$ [(গ) হতে]

১ম নৌকার ক্ষেত্রে, লব্ধি বেগ নদীর প্রস্থ বরাবর।



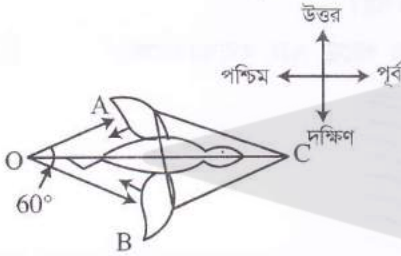
$\therefore$ লব্ধি বেগ, $R = \sqrt{u^2 + v^2 + 2uv\cos 120°}$

$= \sqrt{18^2 + 9^2 + 2 \times 9 \times 18 \times \left(-\frac{1}{2}\right)} = 15.59 \text{ kmh}^{-1}$

$\therefore$ নদী পার হতে সময় $= \frac{\text{নদীর প্রস্থ}}{\text{লব্ধি বেগ}} = \frac{31}{15.59}\text{hr} = 1.989 \text{ hr}$

২য় নৌকার ক্ষেত্রে, নদীর প্রস্থ বরাবর নৌকার বেগ $= 18 \text{ kmh}^{-1}$

$\therefore$ নদী পার হতে সময় $= \frac{\text{নদীর প্রস্থ}}{\text{প্রস্থ বরাবর বেগ}} = \frac{31}{18}\text{hr} = 1.722 \text{ hr}$। সুতরাং ২য় নৌকাটি দ্রুত ঐ পাড়ে পৌঁছায়।

42. 

[SB'17]

চিত্রানুযায়ী একটি পাখি সমতল ভূমির সমান্তরালে আকাশে উড়ছে। পাখিটির উভয় পাখা কর্তৃক ধাক্কার পরিমাণ 5N।

(গ) চিত্রের **OC** বরাবর প্রতিক্রিয়া বলের মান কত? ৩

(ঘ) **AO** বরাবর পাখার ধাক্কার পরিমাণ দ্বিগুণ হলে পাখিটি কোনদিকে উড়বে? গাণিতিক যুক্তির মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ.

লব্ধি, $R = \sqrt{5^2 + 5^2 + 2 \cdot 5 \cdot 5 \cdot \cos 60°}\ \text{N} = 8.66 \text{ N}$

ঘ. AO বরাবর ধাক্কার পরিমাণ দ্বিগুণ হলে বল হবে $= (2 \times 5)\text{N} = 10\text{N}$

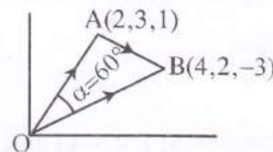


বলদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha = 60°$

$\therefore$ 5N বলের সাথে কোণ θ হলে, $\tan\theta = \frac{10\sin 60°}{5 + 10\cos 60°} \Rightarrow \theta = 40.89°$

$\therefore$ পাখিটি পূর্ব দিকের সাথে $= (40.89° - 30°) = 10.89°$ কোণে উড়বে।

43. নিম্নের চিত্রে দুটি বিন্দু **A** ও **B** স্থানাংক দেয়া আছে: [BB'17]



(গ) **AB** সংযোগকারী ভেক্টরের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের ত্রিভুজ সমকোণী ত্রিভুজ গঠন করবে কি? বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. $\overrightarrow{OA} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k}$

$\overrightarrow{OB} = 4\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}$

$\therefore \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA} = (4\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}) - (2\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k}) = 2\hat{i} - \hat{j} - 4\hat{k}$

$\therefore |\overrightarrow{AB}| = \sqrt{(2)^2 + (-1)^2 + (-4)^2} = \sqrt{21}$

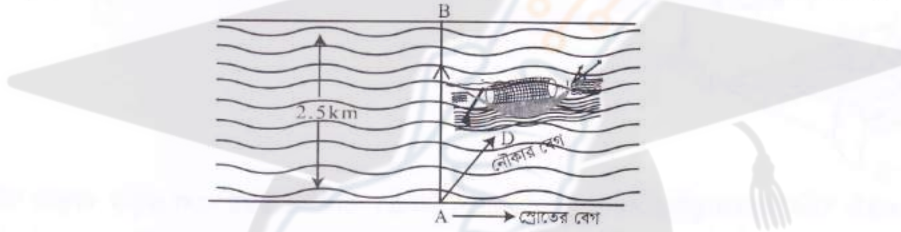
ঘ. $\overrightarrow{OA} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k} \therefore |\overrightarrow{OA}| = OA = \sqrt{2^2 + 3^2 + 1^2} = \sqrt{14}$

$\overrightarrow{OB} = 4\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}$

$\therefore |\overrightarrow{OB}| = OB = \sqrt{(4)^2 + (2)^2 + (-3)^2} = \sqrt{29}$ এবং $|\overrightarrow{AB}| = \sqrt{21}$ [(গ) হতে]

বৃহত্তম বাহু, $OB = \sqrt{29}$; কিন্তু $OB^2 \neq OA^2 + AB^2$ $\therefore$ OAB সমকোণী ত্রিভুজ নয়।

44. একটি নৌকা চিত্রানুযায়ী **2.5 km** প্রস্থের একটি নদীতে **A** অবস্থান হতে অন্য প্রান্তে **AD** বরাবর যাচ্ছে। **[JB'17]**



স্থির পানিতে নৌকার বেগ $= (3\hat{i} + 3\hat{j})ms^{-1}$ এবং স্রোতের বেগ $= 2\hat{i}\ ms^{-1}$ অন্য একটি ক্ষেত্রে নৌকাটিকে **AB** বরাবর একই দ্রুতিতে চালানো হয়।

(গ) নদীর সমতলের লম্ব বরাবর একক ভেক্টর নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে কোন ক্ষেত্রে নৌকাটি আগে অপর তীরে পৌঁছাবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক উত্তর দাও। ৪

উত্তর

গ. নদীর সমতলে দুইটি ভেক্টর, $\vec{A} = 3\hat{i} + 3\hat{j}$

$\vec{B} = 2\hat{i}$ $\therefore$ নদীর সমতলের লম্ব বরাবর ভেক্টর $= \vec{A} \times \vec{B}$

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 3 & 3 & 0 \\ 2 & 0 & 0 \end{vmatrix} = -6\hat{k}$$

$\therefore$ নদীর সমতলের লম্ব বরাবর একক ভেক্টর $= \pm \frac{\vec{A}\times\vec{B}}{|\vec{A}\times\vec{B}|} = \pm\frac{-6\hat{k}}{6} = \pm\hat{k}$

ঘ. প্রথম ক্ষেত্রে, নৌকার বেগ, $\vec{v} = (3\hat{i} + 3\hat{j})\ ms^{-1}$, স্রোতের বেগ, $\vec{u} = 2\hat{i}\ ms^{-1}$

$\therefore$ লব্ধি বেগ, $\vec{v} + \vec{u} = 5\hat{i} + 3\hat{j}$ $\therefore$ নদীর প্রস্থ বরাবর লব্ধি বেগের উপাংশ $= 3\ ms^{-1}$

$\therefore$ নদীর পার হতে সময় $= \frac{2500}{3}\ s = 833.33$ sec

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, দ্রুতি $= \sqrt{3^2 + 3^2}\ ms^{-1} = 3\sqrt{2}\ ms^{-1}$

যেহেতু, AB বরাবর নৌকাটি চালানো হচ্ছে, সেহেতু AB বরাবর (নদীর প্রস্থ বরাবর) বেগের উপাংশ $= 3\sqrt{2}\ ms^{-1}$

$\therefore$ নদী পার হতে সময় $= \frac{2500}{3\sqrt{2}}$ sec $= 589.26$ sec

$\therefore$ দ্বিতীয় ক্ষেত্রে নৌকাটি আগে পৌঁছাবে।

45. দুটি বিন্দুর ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় স্থানাঙ্কদ্বয় যথাক্রমে $A(1, 0, -1)$ এবং $B(1, 1, 0)$। **[CB'17]**

(গ) $\overrightarrow{AB}$ ভেক্টরের সমান্তরালে একটি একক ভেক্টর নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) দুটি বিন্দু **A** ও **B** এর অবস্থান ভেক্টরদ্বয়ের **X** অক্ষের উপর লম্ব অভিক্ষেপ এর তুলনামূলক বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $\overrightarrow{OA} = \hat{i} - \hat{k}$

$\overrightarrow{OB} = \hat{i} + \hat{j} \therefore \overrightarrow{AB} = \overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA} = (\hat{i} + \hat{j}) - (\hat{i} - \hat{k}) = \hat{j} + \hat{k}$

$\therefore \overrightarrow{AB}$ এর সমান্তরালে একক ভেক্টর $= \frac{\overrightarrow{AB}}{|\overrightarrow{AB}|} = \frac{\hat{j}+\hat{k}}{\sqrt{1^2+1^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}(\hat{j} + \hat{k})$

ঘ. A বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর, $\overrightarrow{OA} = \hat{i} - \hat{k}$ ও B বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর, $\overrightarrow{OB} = \hat{i} + \hat{j}$

$\therefore X -$ অক্ষের উপর $\overrightarrow{OA}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ $= \frac{\overrightarrow{OA}\cdot(\hat{i})}{|\hat{i}|} = \frac{(\hat{i}-\hat{k})\cdot\hat{i}}{1} = 1$

$X -$ অক্ষের উপর $\overrightarrow{OB}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ $= \frac{\overrightarrow{OB}\cdot\hat{i}}{|\hat{i}|} = \frac{(\hat{i}+\hat{j})\cdot\hat{i}}{1} = 1$

$\therefore$ X অক্ষের উপর A ও B বিন্দুদ্বয়ের লম্ব অভিক্ষেপ সমান।

◆ CQ: বোর্ড স্ট্যান্ডার্ড প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. **হাসনা ও তার সহপাঠী জেনি গ্রুপ স্টাডিতে বসল। হাসনা একটি ঘন সামান্তরিকের তিনটি সন্নিহিত বাহুতে যথাক্রমে $\vec{A} = 2\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k}$, $\vec{B} = \hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}$ এবং $\vec{C} = 3\hat{i} - 4\hat{j} + 5\hat{k}$ তিনটি ভেক্টর স্থাপন করলো এবং তারা দু'জন ঘন সামান্তরিকটির আয়তন নির্ণয় করতে চাইলো।**

(গ) $\vec{A}$ ভেক্টরটি অক্ষের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে তা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) হাসনা ও জেনি ভেক্টর তিনটির সাহায্যে আয়তন নির্ণয় করতে পেরেছিলো কিনা- গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

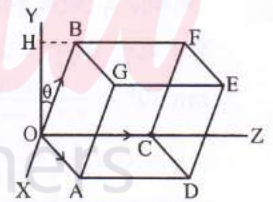
গ. ধরি, প্রদত্ত ভেক্টর $2\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k}$; x, y ও z অক্ষের সাথে যথাক্রমে α, β ও γ কোণ উৎপন্ন করে।

$\therefore \cos\alpha = \frac{\hat{i}\cdot(2\hat{i}+\hat{j}-2\hat{k})}{\sqrt{1^2}\sqrt{2^2+1^2+2^2}} = \frac{2}{\sqrt{9}} = \frac{2}{3} \therefore \alpha = \cos^{-1}\left(\frac{2}{3}\right)$

$\therefore \cos\beta = \frac{\hat{j}\cdot(2\hat{i}+\hat{j}-2\hat{k})}{\sqrt{1^2}\sqrt{2^2+1^2+2^2}} = \frac{1}{\sqrt{9}} = \frac{1}{3} \therefore \beta = \cos^{-1}\left(\frac{1}{3}\right)$

$\therefore \cos\gamma = \frac{\hat{k}\cdot(2\hat{i}+\hat{j}-2\hat{k})}{\sqrt{1^2}\sqrt{2^2+1^2+2^2}} = \frac{-2}{\sqrt{9}} = \frac{-2}{3} \therefore \gamma = \cos^{-1}\left(\frac{-2}{3}\right)$

ঘ.



$\overrightarrow{OA} = 2\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k}$; $\overrightarrow{OB} = \hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}$; $\overrightarrow{OC} = 3\hat{i} - 4\hat{j} + 5\hat{k}$; OADC

পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল $= |\overrightarrow{OA} \times \overrightarrow{OC}|$

ধরি, $\overrightarrow{OA} \times \overrightarrow{OC} = \vec{M}$।

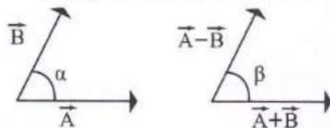
ঘনবস্তুটির আয়তন = OADC পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল · উচ্চতা $(\overrightarrow{OH})$

$= |\vec{M}| \cdot |\overrightarrow{OH}| = |\vec{M}| \cdot |\overrightarrow{OB}| \cos\theta \ [\because OH = |\overrightarrow{OB}| \cos\theta]$

$= \vec{M} \cdot \overrightarrow{OB} = (\overrightarrow{OA} \times \overrightarrow{OC}) \cdot \overrightarrow{OB} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 1 & -2 \\ 3 & -4 & 5 \end{vmatrix} \cdot (\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}) = \begin{vmatrix} 1 & 2 & -3 \\ 2 & 1 & -2 \\ 3 & -4 & 5 \end{vmatrix} = -2$ ঘন একক।

$\therefore$ ঘনবস্তুটির আয়তন 2 ঘন একক। অর্থাৎ তারা আয়তন নির্ণয় করতে পেরেছিল।

02.



চিত্রে $\vec{A} = 5\hat{i} + 2\hat{j} + 3\hat{k}$ এবং $\vec{B} = 3\hat{i} - \hat{j} + 2\hat{k}$

(গ) $\vec{A}$ এবং $\vec{B}$ উভয় ভেক্টরের উপর লম্ব এরূপ একটি একক ভেক্টর নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) α এবং β সমান হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪



উত্তর

গ. $\vec{A}\times\vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 5 & 2 & 3 \\ 3 & -1 & 2 \end{vmatrix} = 7\hat{i} - \hat{j} - 11\hat{k}$; $|\vec{A}\times\vec{B}| = \sqrt{7^2+(-1)^2+(-11)^2} = \sqrt{49+1+121} = 3\sqrt{19}$

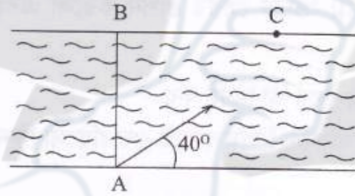
$\therefore$ উভয় ভেক্টরের উপর লম্ব একক ভেক্টর $= \pm\frac{7\hat{i}-\hat{j}-11\hat{k}}{3\sqrt{19}}$

ঘ. $\vec{A}+\vec{B} = 8\hat{i}+\hat{j}+5\hat{k}$; $\vec{A}-\vec{B} = 2\hat{i}+3\hat{j}+\hat{k}$

$\therefore \cos\alpha = \frac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{|\vec{A}||\vec{B}|} = \frac{(5.3)+\{2(-1)\}+(3.2)}{\sqrt{5^2+2^2+3^2}\sqrt{3^2+1^2+2^2}} = \frac{15-2+6}{\sqrt{38}\sqrt{14}} = \frac{19}{2\sqrt{133}}$

$\cos\beta = \frac{(\vec{A}+\vec{B})\cdot(\vec{A}-\vec{B})}{|\vec{A}+\vec{B}||\vec{A}-\vec{B}|} = \frac{16+3+5}{\sqrt{8^2+1^2+5^2}\sqrt{2^2+3^2+1^2}} = \frac{24}{3\sqrt{10}\sqrt{14}} = \frac{24}{6\sqrt{35}} = \frac{4}{\sqrt{35}}$ $\therefore \alpha \neq \beta$

03. **36m** চওড়া একটি নদীতে **12 ms^{-1}** বেগে একটি নৌকা চালানো হচ্ছে। নৌকাটি নদী পার হয়ে বিপরীত তীরে C বিন্দুতে পৌঁছল। নদীতে স্রোতের বেগ **3ms^{-1}**।



(গ) নদীটির বিপরীত পাড়ের **BC** এর দূরত্ব কত? ৩

(ঘ) নদীর বিপরীত পাড়ের **B** বিন্দুতে নৌকাটিকে নিতে চাইলে মাঝিকে কী ব্যবস্থা নিতে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $\tan\theta = \frac{12\sin 40°}{3+12\cos 40°}$

$\therefore \theta = 32.32°$

$\therefore BC = AB\tan(90°-\theta)$

$= 36\tan(90°-32.32°) = 56.9$ **(Ans.)**

ঘ. নৌকাটি A থেকে সরাসরি B বিন্দুতে পৌঁছাতে হলে নৌকা ও স্রোতের বেগের লব্ধি এবং স্রোতের বেগের মধ্যবর্তী কোণ $\theta = 90°$ হতে হবে। নৌকা ও স্রোতের বেগের মধ্যবর্তী কোণ α হলে আমরা পাই,

$\tan 90° = \frac{v_b\sin\alpha}{v_r+v_b\cos\alpha} \Rightarrow v_r + v_b\cos\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = -\frac{v_r}{v_b}$

$\therefore \alpha = \cos^{-1}\left(-\frac{v_r}{v_b}\right) = 104.48°$ $[\because v_b = 12ms^{-1}]$

অর্থাৎ, স্রোতের দিকের সাথে 104.48° কোণে নৌকা চালাতে হবে।

04. $\vec{A} = 3\hat{i}-2\hat{j}+\hat{k}$, $\vec{B} = \hat{i}-3\hat{j}+5\hat{k}$, $\vec{C} = 2\hat{i}+\hat{j}-4\hat{k}$

(গ) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ দ্বারা গঠিত সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) $\vec{A}, \vec{B}$ ও $\vec{C}$ একটি সমকোণী ত্রিভুজ গঠন করবে কি? উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

উত্তর

গ. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ দুটি সন্নিহিত বাহু হলে,

$\vec{A}\times\vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 3 & -2 & 1 \\ 1 & -3 & 5 \end{vmatrix} = \hat{i}(-10+3) - \hat{j}(15-1) + \hat{k}(-9+2) = -7\hat{i} - 14\hat{j} - 7\hat{k}$

$\vec{A}$ ও $\vec{B}$ দ্বারা গঠিত সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল, $|\vec{A}\times\vec{B}| = \sqrt{(-7)^2+(-14)^2+(-7)^2} = 17.146$ বর্গ একক।

ঘ. $\vec{A} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + \hat{k}\,; \vec{B} = \hat{i} - 3\hat{j} + 5\hat{k}\,; \vec{C} = 2\hat{i} + \hat{j} - 4\hat{k}$

$\therefore |\vec{A}| = \sqrt{3^2 + (-2)^2 + 1^2}$ একক $\therefore |\vec{A}| = \sqrt{14}$ একক

$\therefore |\vec{B}| = \sqrt{1^2 + (-3)^2 + 5^2}$ একক $= \sqrt{35}$ একক

$\therefore |\vec{C}| = \sqrt{2^2 + 1^2 + (-4)^2}$ একক $= \sqrt{21}$ একক

এখানে, $|\vec{B}|^2 = |\vec{A}|^2 + |\vec{C}|^2$

অতএব, প্রদত্ত ভেক্টর তিনটি সমকোণী ত্রিভুজ গঠন করবে।

05. দুইজন ব্যক্তি ঢাকা থেকে বিমানে চড়ে যথাক্রমে রাজশাহী ও সৈয়দপুর গমন করল। ঢাকার সাপেক্ষে রাজশাহী ও সৈয়দপুরের স্থানাঙ্ক যথাক্রমে $(-40, 50, 5)$ এবং $(-60, 100, 10)$ [দূরত্বকে কি.মি. প্রকাশ করা হল।]

(গ) রাজশাহী হতে বিমান ভ্রমণ করে সৈয়দপুর পৌঁছাতে কত পথ অতিক্রম করতে হবে? ৩

(ঘ) ঢাকা হতে রাজশাহী গমনকারী ব্যক্তি সৈয়দপুরের দিকে কতদূর অগ্রসর হয়েছিল নির্ণয় কর? ৪

উত্তর

গ. মনে করি, ঢাকার সাপেক্ষে রাজশাহীর অবস্থান ভেক্টর, $\overrightarrow{OA} = -40\hat{i} + 50\hat{j} + 5\hat{k}$

এবং ঢাকার সাপেক্ষে সৈদয়পুরের অবস্থান ভেক্টর, $\overrightarrow{OB} = -60\hat{i} + 100\hat{j} + 10\hat{k}$

$\therefore$ রাজশাহী হতে সৈয়দপুরের দূরত্ব,

$\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA} = -60\hat{i} + 100\hat{j} + 10\hat{k} + 40\hat{i} - 50\hat{j} - 5\hat{k} = -20\hat{i} + 50\hat{j} + 5\hat{k}$

$\therefore |\overrightarrow{AB}| = \sqrt{(-20)^2 + (50)^2 + (5)^2} = 54.08$ কি. মি. **(Ans.)**

ঘ. OB হলো ঢাকা থেকে সৈয়দপুরের দূরত্ব এবং OA হলো ঢাকা থেকে রাজশাহীর দূরত্ব।

OB এবং OA এর মধ্যবর্তী কোণ θ।

$\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB} = |\overrightarrow{OA}||\overrightarrow{OB}| \cos\theta \;\therefore \frac{\overrightarrow{OA} \cdot \overrightarrow{OB}}{|\overrightarrow{OB}|} = |\overrightarrow{OA}| \cos\theta \Rightarrow |\overrightarrow{OA}| \cos\theta$

$= \frac{(-40\hat{i}+50\hat{j}+5\hat{k})\cdot(-60\hat{i}+100\hat{j}+10\hat{k})}{\sqrt{(-60)^2+(100)^2+(10)^2}} = \frac{2400+5000+50}{117.047} = 63.65 \text{ km}$

B, A, θ, O, OA cos θ

$\therefore$ ঢাকা থেকে রাজশাহী গমনকারী ব্যক্তি সৈয়দপুরের দিকে 63.65 km অগ্রসর হয়েছিল।

06. $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j} - \hat{k}$ এবং $\vec{B} = m\hat{i} - 3\hat{j} + \hat{k}$ ভেক্টরদ্বয় কোনো সমতলে রয়েছে।

(গ) $m = 1$ হলে, $\vec{A}$ এর উপর $\vec{B}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) "m এর মানের উপর ভেক্টরদ্বয়ের পরস্পর লম্ব বা সমান্তরাল থাকা নির্ভরশীল।" উক্তিটির সত্যতা উদ্দীপক অনুসারে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. $m = 1$ হলে, $\vec{B} = \hat{i} - 3\hat{j} + \hat{k}$

$\vec{A}$ এর উপর $\vec{B}$ এর লম্ব অভিক্ষেপ $= \frac{\vec{A}\cdot\vec{B}}{|\vec{A}|} = \frac{(2\hat{i}+3\hat{j}-\hat{k})\cdot(\hat{i}-3\hat{j}+\hat{k})}{\sqrt{2^2+3^2+(-1)^2}} = \frac{2-9-1}{\sqrt{14}} = \frac{-8}{\sqrt{14}}$

ঘ. আমরা জানি, $\vec{A} \cdot \vec{B} = 0$ হলে ভেক্টর রাশি দুটি পরস্পরের উপর লম্ব হবে।

যদি $\vec{A} \cdot \vec{B} = 0$ হয়, তাহলে, $2m - 9 - 1 = 0 \Rightarrow 2m = 10 \therefore m = 5$

আর যদি সমান্তরাল হতে হয় তাহলে, $\frac{2}{m} = \frac{3}{-3} = \frac{-1}{1}$ হবে $\therefore m = -2$ হবে।

দেখা যাচ্ছে যে, m এর বিভিন্ন মানের জন্য ভেক্টরদ্বয় নানা ধর্ম প্রদর্শন করছে।

তাই বলা যায়, m এর মানের উপর ভেক্টরদ্বয়ের পরস্পর লম্ব বা সমান্তরাল থাকা নির্ভরশীল উক্তিটি সত্য।

07. একটি গতিশীল কণার কোনো এক মুহূর্তের অবস্থান ভেক্টর $\vec{r} = \hat{i}\cos\omega t + \hat{j}\sin\omega t$

(গ) কণাটির অবস্থান ভেক্টর ও তাৎক্ষণিক বেগের ক্রস গুণন এর মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) $\omega = 2\pi \text{rads}^{-1}$ হলে, $t = \frac{1}{3}$ sec সময়ে কণাটির বেগ এবং ত্বরণের মান কত হবে? ৪



উত্তর

গ. $\vec{r} = \hat{i}\cos\omega t + \hat{j}\sin\omega t$

$$\therefore \vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\hat{i}\cos\omega t + \hat{j}\sin\omega t\right) = -\omega\hat{i}\sin\omega t + \omega\hat{j}\cos\omega t = \omega\left(\hat{j}\cos\omega t - \hat{i}\sin\omega t\right)$$

$$\therefore \vec{r}\times\vec{v} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \cos\omega t & \sin\omega t & 0 \\ -\omega\sin\omega t & \omega\cos\omega t & 0 \end{vmatrix} = \hat{i}(0-0) - \hat{j}(0+0) + \hat{k}(\omega\cos^2\omega t + \omega\sin^2\omega t)$$

$$= \omega\hat{k} \ [\because \sin^2\omega t + \cos^2\omega t = 1]$$

ঘ. 'গ' থেকে কণাটির বেগ, $\vec{v} = \omega\left(-\hat{i}\sin\omega t + \hat{j}\cos\omega t\right) \cdots\cdots\cdots (i)$

$$\therefore \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt}\left(-\hat{i}\omega\sin\omega t + \hat{j}\omega\cos\omega t\right) = -\hat{i}\omega^2\cos\omega t - \hat{j}\omega^2\sin\omega t$$

$$= -\omega^2\left(\hat{i}\cos\omega t + \hat{j}\sin\omega t\right) \cdots\cdots\cdots (ii)$$

(i) নং সমীকরণ হতে,

$$\therefore \vec{v} = 2\pi\left[-\hat{i}\sin\left(2\pi\cdot\frac{1}{3}\right) + \hat{j}\cos\left(2\pi\cdot\frac{1}{3}\right)\right] = -\hat{i}\sqrt{3}\pi - \hat{j}\pi \left[\omega = 2\pi\text{rads}^{-1},\ t = \frac{1}{3}\text{sec}\right]$$

$\therefore |\vec{v}| = \pi\sqrt{\left(-\sqrt{3}\right)^2 + (-1)^2} = 2\pi$ একক।

(ii) নং সমীকরণ হতে, $\therefore \vec{a} = -(2\pi)^2\left[\hat{i}\cos\left(2\pi\cdot\frac{1}{3}\right) + \hat{j}\sin\left(2\pi\cdot\frac{1}{3}\right)\right] = \hat{i}2\pi^2 - \hat{j}2\sqrt{3}\pi^2$

$|\vec{a}| = \pi^2\sqrt{2^2 + \left(-2\sqrt{3}\right)^2} = \pi^2\sqrt{4+12} = 4\pi^2$ একক।

08. $\vec{A} = y^2z^3\hat{i} + 2xz^3\hat{j} + 3xy^2z^3\hat{k}$ একটি ভেক্টর ক্ষেত্র।

(গ) $(1, -1, 1)$ বিন্দুতে $\vec{A}$ এর ডাইভারজেন্স নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের প্রদত্ত ভেক্টর ক্ষেত্রটি ঘূর্ণনশীল কিনা- গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. $\vec{\nabla}\cdot\vec{A} = \left(\frac{\partial}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial}{\partial z}\hat{k}\right)\cdot\left(y^2z^3\hat{i} + 2xz^3\hat{j} + 3xy^2z^3\hat{k}\right)$

$$= \frac{\partial}{\partial x}(y^2z^3) + \frac{\partial}{\partial y}(2xz^3) + \frac{\partial}{\partial z}(3xy^2z^3) = 3xy^2\cdot 3z^2 = 9xy^2z^2$$

$(1, -1, 1)$ অবস্থানে, $\vec{\nabla}\cdot\vec{A} = 9\cdot 1(-1)^2(1)^2 = 9$

ঘ. কোনো ভেক্টরের কার্ল শূন্য হলে ভেক্টরটি অঘূর্ণনশীল হয়।

$$\vec{\nabla}\times\vec{A} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ y^2z^3 & 2xz^3 & 3xy^2z^3 \end{vmatrix} = \hat{i}\left\{\frac{\partial}{\partial y}(3xy^2z^3) - \frac{\partial}{\partial z}(2xz^3)\right\} - \hat{j}$$

$$\left\{\frac{\partial}{\partial x}(3xy^2z^3) - \frac{\partial}{\partial z}(y^2z^3)\right\} + \hat{k}\left\{\frac{\partial}{\partial x}(2xz^3) - \frac{\partial}{\partial y}(y^2z^3)\right\}$$

$$= \hat{i}(6xyz^3 - 6xz^2) - \hat{j}(3y^2z^3 - 3y^2z^2) + \hat{k}(2z^3 - 2yz^3)$$

$\therefore$ ভেক্টরটি ঘূর্ণনশীল।

অধ্যায় ০৪
নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

এই অধ্যায়ের বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ:

বোর্ড	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
	ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা	3	2	1	1	3	2	1	1	1	5	2	1	1	1	3	2	1	2	2	1	1	2		1	2
রাজশাহী	1	1	1	1	8	1	1		1	5					2	সকল বোর্ড					1	1	1	1	4
চট্টগ্রাম	1	2	1	1	5	2	3	2	2	4	1	1	1	1	6						1	1			3
সিলেট	2		1	1	4	1	1	1	1	7	2	1	1		3						1	1	1	1	2
বরিশাল	1	1	1	1	4	2	1	1	1	3	2	2	1	1	3						1	1	1	1	2
যশোর	1	1	1	1	5	2	1	2	2	6	2	1	1		3						1	1	1		4
কুমিল্লা	1	2	2	1	2	3	3	2	2	5	2	1	1	1	3						1	1			4
দিনাজপুর	2	1	1	1	7	3	2	2	2	6	2	2	2	2	3								1	1	2
ময়মনসিংহ	2	2	1	1	7	1	2	2	2	6															

বি.দ্র.- ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই এবং ২০১৮ সালে সকল বোর্ডে অভিন্ন প্রশ্ন পদ্ধতিতে পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয়।

গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা ও তথ্যাবলি

- **জড়তার ভ্রামক (Moment of Inertia):** কোনো দৃঢ় বস্তু কোনো অক্ষের চারপাশে ঘুরলে প্রতিটি কণার ভর ও অক্ষ থেকে এদের প্রত্যেকের লম্ব দূরত্বের বর্গের গুণফলের সমষ্টিকে ঐ অক্ষের সাপেক্ষে ঐ বস্তুর জড়তার ভ্রামক বলে।
- জড়তার ভ্রামক একটি স্কেলার রাশি। একটি সিস্টেমে একাধিক object থাকলে জড়তার ভ্রামক যোগ হয়।
- ভরবেগ একটি ভেক্টর রাশি। তাই এর যোগ বা বিয়োগ ভেক্টর নিয়মে হয়।
- দ্বিমাত্রিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতার ক্ষেত্রে, $m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$। এখানে বেগের উপাংশ $\hat{i}$ ও $\hat{j}$ ধরে করা যায়। অথবা, x-অক্ষ ও y-অক্ষ বরাবর পৃথক পৃথকভাবে ভরবেগের সংরক্ষণশীলতার সূত্র প্রয়োগ করতে হবে।

  x-অক্ষের জন্য, $m_1u_{1x} + m_2u_{2x} = m_1v_{1x} + m_2v_{2x}$

  y-অক্ষের জন্য, $m_1u_{1y} + m_2u_{2y} = m_1v_{1y} + m_2v_{2y}$
- একটি বস্তু যখন স্লিপিং ছাড়া গড়িয়ে চলে, তখন মোট গতিশক্তি = রৈখিক গতিশক্তি + কৌণিক গতিশক্তি। কিন্তু শুধু স্লিপিং করে সামনে আগালে মোট গতিশক্তি = রৈখিক গতিশক্তি।
- দ্বন্দ্বের ভ্রামক = যেকোনো একটি বলের মান × বলদ্বয়ের ক্রিয়ারেখার মধ্যবর্তী লম্ব দূরত্ব।
- $\sum F = 0$ এর জন্য তিনটি বল একই বিন্দুতে ক্রিয়াশীল হলে এদের যেকোনো একটির মান অপর দুটির যোগফলের সমান বা তার চেয়ে ছোট হতে হবে। কেননা, $(P - Q \leq R \leq P + Q)$।
- $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$, এখানে, θ হলো সাইকেলের সাথে উলম্ব রেখার মধ্যবর্তী কোণ। যেহেতু Equation এ কোণ m এর কোনো term নেই তাই এটি ভরমুক্ত রাশি।
- **সংঘর্ষ:** অতি অল্প সময়ের জন্য বৃহৎ কোনো বল ক্রিয়া করে বস্তুর গতির হঠাৎ ও ব্যাপক পরিবর্তন করাকে সংঘাত বা সংঘর্ষ বলে।
- সংঘর্ষ ২ প্রকার- (i) স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ (ii) অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ
- **স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ:** যে সংঘর্ষের পরে দুটি বস্তুর আপেক্ষিক বেগ অপরিবর্তিত থাকে অর্থাৎ বস্তুদ্বয়ের মোট গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকে সেই সংঘর্ষকে পূর্ণ স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ বলে।

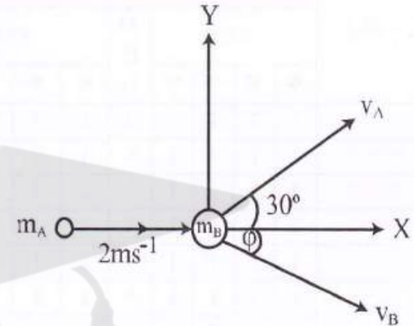
◈ অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ: যে সংঘর্ষের পরে দুটি বস্তু পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে একটি বস্তুরূপে চলতে থাকে অর্থাৎ, যে সংঘর্ষের পর বস্তু দুটির আপেক্ষিক বেগ শূন্য হয় এবং বস্তুগুলোর সংঘর্ষের পর বস্তুর মোট গতিশক্তি সংরক্ষিত হয় না, তাকে অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ বলে।

◈ আংশিক স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ: যে সংঘর্ষের পর বস্তু দুটি যুক্ত না হয়ে পরস্পর থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে যায়, কিন্তু সংঘর্ষের পর বস্তু দুটির আপেক্ষিক বেগ সংঘর্ষের আগের আপেক্ষিক বেগের চেয়ে কম হয়, তাকে আংশিক স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ বলে।

◈ একমাত্রিক সংঘর্ষ: সংঘাতাধীন বস্তু দুটির আপেক্ষিক গতিবেগ সংঘর্ষের আগে ও পরে একই সরলরেখা বরাবর হলে ঐ সংঘাতকে একমাত্রিক সংঘর্ষ বলে।

◈ **সমস্যা-০১:** **5kg ভরের একটি বস্তু $2ms^{-1}$ বেগে x অক্ষ বরাবর এসে 3kg ভরের আরেকটি স্থির বস্তুকে ধাক্কা মারে। ধাক্কার পর 5kg ভরের বস্তুটি x অক্ষের সাথে 30° কোণে $1ms^{-1}$ বেগে চলতে থাকে। 3kg বস্তুটির বেগের মান ও দিক কত হবে?**

Look at the figure:



মনে কর, A ক্যারামের স্ট্রাইকার। A দিয়ে B গুটিকে স্ট্রাইক করা হলো। সংঘর্ষের পর A ও B X অক্ষের সাথে যথাক্রমে 30° ও φ কোণ উৎপন্ন করলো। আমাদেরকে সংঘর্ষের পর B গুটির বেগের মান ও φ কোণটি নির্ণয় করতে হবে।

Sol^n: ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র অনুযায়ী, x-অক্ষ বরাবর উপাংশ নিয়ে,

$m_Au_A\cos 0° + 0 = m_Av_A\cos 30° + m_Bv_B\cos\varphi$

$\therefore v_B\cos\varphi = \frac{m_Au_A - m_Av_A\cos 30°}{m_B}$

$= \frac{5\times2-5\times1\times\cos 30°}{3} = 1.88996ms^{-1}\cdots\cdots\cdots(i)$

y অক্ষ বরাবর উপাংশ নিয়ে,

$m_Au_A\sin 0° + 0 = m_Av_A\sin 30° + (-m_Bv_B\sin\varphi)$

$\Rightarrow v_B\sin\varphi = \frac{m_Av_A\sin 30°}{m_B} = \frac{5\times1\times\frac{1}{2}}{3} = 0.8333\cdots\cdots\cdots(ii)$

$\therefore$ (ii) ÷ (i): $\tan\varphi = 0.441 \Rightarrow \varphi = 23.79°$

$\therefore (ii)^2 + (i)^2$ করে পাই,

$\therefore v_B^2\cos^2\varphi + v_B^2\sin^2\varphi = (0.833)^2 + (1.88995)^2$

$\Rightarrow v_B^2(\cos^2\varphi + \sin^2\varphi) = 4.266$

$\therefore v_B = 2.066ms^{-1}[\cos^2\varphi + \sin^2\varphi = 1]$

$2.066ms^{-1}$ বেগে, x-অক্ষের সাথে 23.8° কোণে নিচের দিকে। **(Ans.)**

◈ **Special Tips:**

এটির একটি ভালো Shortcut Method আছে। MCQ তে দুর্দান্ত কাজে দিবে। আর Written পরীক্ষার Answer Checking এর ক্ষেত্রে এই Method টা খুবই helpful.

Vector and Complex Numbers এর বেশ কিছু properties same. Momentum এক ধরনের vector। একটা 2D plane এ কিছু vector থাকলে তাদেরকে complex numbers বানিয়ে যোগ বিয়োগ করে resultant complex number তথা resultant vector টির মান ও দিক বের করা যায়। আর complex numbers এর সকল calculation calculator এর complex mode -এই করা যায়।

একটু বুঝিয়ে বলি, vector এর মান ও দিক (modulus & argument) আছে আবার complex number এর ও polar form এর ক্ষেত্রে $r, \angle\theta$ (modulus, argument) আছে। আর খেয়াল করে দেখবে, vector ও complex numbers উভয়ই সামান্তরিক সূত্র অনুযায়ী যোগ হয়।

Anyways, উপরের Math টা করলেই বিষয়টি clear হবে-

2D plane এ linear momentum conservation অনুযায়ী, $m_A\vec{u}_A + m_B\vec{u}_B = m_A\vec{v}_A + m_B\vec{v}_B \ldots\ldots\ldots(i)$

এখন এদেরকে complex number বানানোর পালা, 'x' ও 'y' axis set করে নাও। 'x' axis এর সাপেক্ষে আমি সবার argument হিসেব করবো।

Now, (i) $m_A\vec{u}_A$ vector টির polar complex number form হবে:

$(5\times2)\ (\angle)\ 0° \longrightarrow \theta$

r ↓ Angle sign ↓

(ii) $m_B\vec{u}_B \equiv 0\times3 = 0$

(iii) $m_A\vec{v}_A \equiv (5\times1)\angle 30°$

(iv) $m_B\vec{v}_B = 3\times(v_B\angle\phi)$

∴ (i) নং কে লেখা যায় ⇒ $10\angle 0° + 0 = 5\angle 30° + 3v_B\angle\phi \Rightarrow \frac{10\angle 0° - 5\angle 30°}{3} = v_B\angle\phi$

Calculator এ complex mode এ যাও ও DEG angle mode set করো।

লিখো, "(10∠0° − 5∠30°) ÷3" , ' = 'press করো, এরকম একটি

Result আসবে ⇒ $\frac{20-5\sqrt{3}}{6} - \frac{5}{6}i$

একটা 'i' সম্বলিত complex number, এটি হচ্ছে আমাদের কাঙ্খিত complex number যার modulus ও argument দিয়ে গঠিত vector টিই আমাদের answer. 'OPTN' বা "shift + CMPLX" Press করে options এ যাও, "r∠θ" option টা select করো। উত্তর: r∠θ

তাহলে দেখবে Answer এসেছে $= 2.\underset{r}{0}655\angle - 2\underset{\theta}{3}.8°$

এখানে, r = 2.0655 হচ্ছে আমাদের v_B এর মান এবং −23.8° অর্থাৎ x অক্ষের নিচের দিকে 23.8° হচ্ছে v_B এর দিক, ঠিক আমরা যা আগে বের করেছিলাম।

Shortcut এর process টা বুঝানোর জন্য একটু Lengthy করলাম। একটু handy হয়ে গেলে এর চেয়ে shorter process আর নেই। MCQ তে এটা কাজে দিবে। আর vector এর এরূপ যেকোনো Math, Static Electricity-তে এই Process Apply করতে পারবে।

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

➲ নিউটনের গতিসূত্র:

01. ভরবেগ $p = mv$

02. $F = \frac{dp}{dt} = \frac{d}{dt}(mv) = ma$

➲ বলের ঘাত:

03. বলের ঘাত, $\vec{J} = \vec{F}\Delta t = \Delta p$ = ভরবেগের পরিবর্তন

➲ ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা ও সংঘর্ষ:

04. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র:

একমাত্রিক:

$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$

দ্বিমাত্রিক:

(i) $m_1u_{1x} + m_2u_{2x} = m_1v_{1x} + m_2v_{2x}$

(ii) $m_1u_{1y} + m_2u_{2y} = m_1v_{1y} + m_2v_{2y}$

05. কামান বা বন্দুকের ক্ষেত্রে, $MV = -mv$

➲ সংঘর্ষ দুই প্রকার:

➲ স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ:গতিশক্তি ও ভরবেগ উভয়ই সংরক্ষিত থাকে।

একমাত্রিক স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে,

$u_1 + v_1 = v_2 + u_2$

$\Rightarrow u_1 - u_2 = v_2 - v_1$ ("speed of separation = speed of approach")

$v_1 = \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}u_1 + \frac{2m_2}{m_1+m_2}u_2$; $v_2 = \frac{2m_1}{m_1+m_2}u_1 + \frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}u_2$

➲ অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ:শুধু ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে ।

➲ রকেট

06. রকেটের ঊর্ধ্বমুখী ধাক্কা, $F_r = v_r\frac{dm}{dt}$

07. ভূ-পৃষ্ঠের কাছাকাছি রকেটের ওপর প্রযুক্ত লব্ধি বল $= F_r - mg = v_r\frac{dm}{dt} - mg.$

08. t সময় পরে রকেটের বেগ, $v = v_0 + v_r \ln\frac{m_0}{m} - gt,\ m = m_0 - \frac{dm}{dt}t$

v_0 = রকেটের আদিবেগ, v_r = নির্গত গ্যাসের নিম্নমুখী বেগ (রকেটের সাপেক্ষে), t = অতিবাহিত সময়, m_0 = জ্বালানিসহ ভর, m = t সময় পর ভর।

কৌণিক গতির ক্ষেত্রে:

09. জড়তার ভ্রামক, $I = \sum mr^2 = MK^2$; K = চক্রগতির ব্যাসার্ধ

ফাঁপা সিলিন্ডার	নিরেট সিলিন্ডার	ফাঁপা গোলক	নিরেট গোলক	সরল দণ্ড	আয়তাকার পাত
R	R	R	R	L	a, b
$I = MR^2$	$I = \frac{1}{2}MR^2$	$I = \frac{2}{3}MR^2$	$I = \frac{2}{5}MR^2$	$I = \frac{1}{12}ML^2$	$I = \frac{1}{12}M(a^2 + b^2)$

10. লম্ব অক্ষ উপপাদ্য, $I_z = I_x + I_y$.
11. সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য, $I = I_{COM} + Mh^2$;
[I_{COM} = ভরকেন্দ্রগামী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক, M = বস্তুর ভর, h = ভরকেন্দ্রগামী অক্ষ থেকে সমান্তরাল অক্ষের দূরত্ব]
12. গতিশক্তি, $K.E = \frac{1}{2}I\omega^2$
13. (a) কৌণিক ভরবেগ, $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{P} = \vec{r} \times m\vec{v} = m(\vec{r} \times \vec{v})$
(b) কৌণিক ভরবেগ, $L = I\omega = mvr$
14. কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র: $I_1\omega_1 = I_2\omega_2$ বা, $mv_1r_1 = mv_2r_2$ [বাহ্যিক টর্ক প্রযুক্ত না হলে]
15. কেন্দ্রমুখী বল, $F_c = \frac{mv^2}{r} = m\omega^2 r$
16. রাস্তার ব্যাংকিং কোণ বা আরোহীর নতি কোণ, $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$; $\tan\theta = \frac{h}{\sqrt{x^2-h^2}}$ ট্রেনের জন্য।
17. (a) টর্ক, $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ (b) $\tau = Fr\sin\theta$
18. টর্ক, $\tau = I\alpha$
19. ক্ষমতা, $P = \tau\omega$

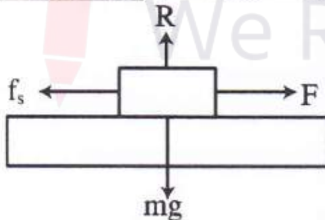
সহজে মনে রাখার কৌশল

◈ ঘর্ষণ গুণাঙ্ক, $\mu_s = \frac{F_s}{R}$, $\mu_k = \frac{F_k}{R}$ [স্থির থাকলে μ_s কার্যকর ; গতিশীল থাকলে μ_k কার্যকর।]

সমাধান:

টেকনিক: (i) ছবি আঁকবে → (ii) Eq^n বানাবে → (iii) mg ভূমির উপর লম্ব → (iv) R তলের উপর লম্ব →(v) মান বসিয়ে Ans বের করবে।

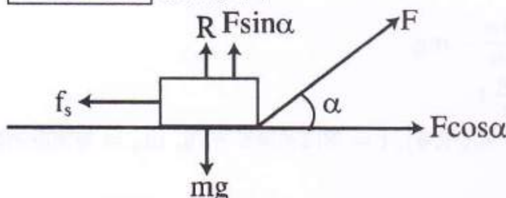
Case–01: সমতলে ($\alpha = 0$)



$f_s = u_sR$

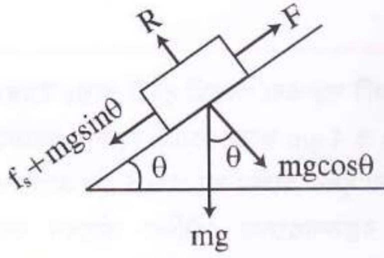
$F - f_s = ma$; $R = mg$

Case–02: α বিদ্যমান



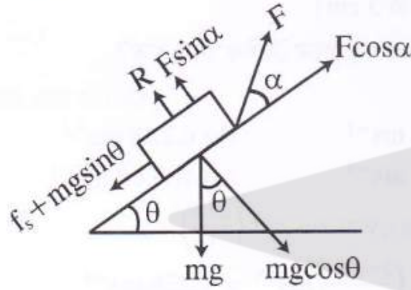
$F\cos\alpha - f_s = ma$
$F\sin\alpha + R = mg$

Case–03: নততলে ($\alpha = 0$)



$$F - f_s - mgsin\theta = ma$$
$$R = mgcos\theta$$

Case–04: নততলে (α বিদ্যমান)



$$Fcos\alpha - f_s - mgsin\theta = ma$$
$$R + Fsin\alpha = mgcos\theta$$

◈ **লিফট এ ত্বরণ:**

- f ত্বরণে উর্ধ্বগামী লিফটের মধ্যে কার্যকর অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = g + f$ [ত্বরণ বিপরীতমুখী হলে লিফটের সাপেক্ষে আপেক্ষিক ত্বরণ নির্ণয়ে g ও f যোগ হয়।]
- f ত্বরণে নিম্নগামী লিফটের মধ্যে কার্যকর অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = g - f$ [ত্বরণদ্বয় অর্থাৎ g ও f একই দিকে ক্রিয়াশীল হলে আপেক্ষিক ত্বরণ নির্ণয়ে g হতে f বিয়োগ হয়।]

◈ **মনে রাখার কৌশল:**

- $g\downarrow, f\downarrow$ (লিফট নিম্নগামী) → বিয়োগ
- $g\downarrow, f\uparrow$ (লিফট উর্ধ্বগামী) → যোগ

◈ **পূর্ণ স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্র:**

(i) বস্তু দুটির ভর সমান অর্থাৎ $m_1 = m_2$ হলে $v_{0_1} = v_2$ এবং $v_{0_2} = v_1$ হয়। অর্থাৎ সংঘর্ষের পর বস্তু দুটি বেগ বিনিময় করে।

(ii) বস্তু দুটির ভর সমান ($m_1 = m_2$) এবং শুরুতে দ্বিতীয় বস্তুটি গতিহীন ($v_{0_2} = 0$) হলে $v_1 = 0$ এবং $v_2 = v_{0_1}$। অর্থাৎ, সংঘর্ষের পর ১ম বস্তু থেমে যায় এবং ২য় বস্তু ১ম বস্তুর বেগ নিয়ে চলতে থাকে।

(iii) বস্তু দুটির ভর অসমান ($m_1 \neq m_2$) এবং শুরুতে ২য় বস্তুটি গতিহীন ($v_{0_2} = 0$) হলে $v_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_{0_1}$ এবং $v_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_{0_1}$ অর্থাৎ , সংঘাতের ফলে ১ম বস্তুটিকে গতিহীন করা যায় না।

(iv) ১ম বস্তুটি অত্যন্ত ভারী ($m_1 \gg m_2$) এবং শুরুতে ২য় বস্তুটি গতিহীন ($v_{0_2} = 0$) হলে লেখা যায় $v_1 = v_{0_1}$ এবং $v_{0_2} = 2v_{0_1}$ অর্থাৎ, সংঘাতের পর ভারী বস্তুটির বেগ প্রায় অপরিবর্তিত থাকে কিন্তু হাল্কা বস্তুটি ভারী বস্তুর প্রায় দ্বিগুণ বেগে ছুটে যায়।

(v) দ্বিতীয় বস্তুটি অত্যন্ত ভারী ($m_2 \gg m_1$) এবং শুরুতে গতিহীন ($v_{0_2} = 0$) হলে $v_1 = -v_{0_1}$ এবং $v_2 = 0$ লেখা যায়। ($m_1 - m_2 \simeq -m_2$) এবং ($m_1 + m_2 \simeq m_2$) হলে, সংঘাতের পর ভারী বস্তুটি স্থির থাকবে এবং হাল্কা বস্তুটি তার প্রাথমিক বেগে বিপরীত দিকে ছুটে যাবে।

◈ **অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ:** গতিশক্তির ক্ষয় $= \left(\frac{1}{2}m_1 v_{0_1}^2 + \frac{1}{2}m_2 v_{0_2}^2\right) - \left(\frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2\right)$ = পূর্বের গতিশক্তি-পরের গতিশক্তি

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও সমাধান

MCQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্ন ও সমাধান

01. কোনো কণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর $\vec{r}$, রৈখিক ভরবেগ $\vec{p}$, কৌণিক ভরবেগ $\vec{L}$, প্রযুক্ত বল $\vec{F}$ এবং ক্রিয়াশীল টর্ক $\vec{\tau}$ হলে $\vec{\tau}$ ও $\vec{L}$ যথাক্রমে নিচের কোনটির সমান? [DB'22; Din.B'22]
(a) $\vec{r}\times\vec{F}, \vec{r}\times\vec{P}$ (b) $\vec{r}\times\vec{P}, \vec{r}\times\vec{F}$ [Ans: a]
(c) $\vec{F}\times\vec{r}, \vec{r}\times\vec{P}$ (d) $\vec{r}\times\vec{P}, \vec{F}\times\vec{r}$

02. একই ভর ও ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার চাকতি এবং একটি রিং এর কেন্দ্র দিয়ে অভিলম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধের অনুপাত- [DB'22]
(a) $\sqrt{2}:1$ (b) $1:1$ (c) $1:\sqrt{2}$ (d) $\sqrt{3}:\sqrt{2}$
সমাধান: (c); চক্রগতির ব্যাসার্ধের অনুপাত
$= \frac{K_{disc}}{K_{ring}} = \frac{\frac{R}{\sqrt{2}}}{R} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 1:\sqrt{2}$

03. ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়ার মধ্যবর্তী কোণ কত? [DB'22][Ans: d]
(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°

04. ব্যাসার্ধ ভেক্টর ও বলের ভেক্টর গুণফল হচ্ছে- [RB'22; CB'17][Ans: c]
(a) কাজ (b) জড়তার ভ্রামক
(c) টর্ক (d) কৌণিক ভরবেগ

05. কোনো বস্তুর উপর লব্ধি বল শূন্য হলে – [RB'22]
(i) সমবেগে চলে (ii) সমত্বরণে চলে
(iii) গতিশক্তির পরিবর্তন হয় না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (b); $F_{net.} = 0$ হলে, $ma = F_{net.} = 0$
$\Rightarrow a = 0$ অর্থাৎ সমবেগে হবে; কোনো ত্বরণ থাকবে না। আর সমবেগে হলে গতিশক্তির পরিবর্তন হবে না।

06. কোনো কণার বিনিময়ে নিউক্লিয় সবল কাজ করে? [RB'22; CB'21; BB'17][Ans: d]
(a) ফোটন (b) গ্র্যাভিটন (c) বোসন (d) মেসন

07. কোনো ভৌত রাশিটি যেকোনো সংঘর্ষে সংরক্ষিত হয়? [RB'22][Ans: c]
(a) গতিশক্তি (b) স্থিতিশক্তি
(c) মোটশক্তি (d) কৌণিক ভরবেগ

08. আবর্ত ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে ক্ষমতা – [RB'22][Ans: c]
(a) টর্ক × সময় (b) টর্ক × কৌণিক সরণ
(c) টর্ক × কৌণিক বেগ (d) টর্ক × কৌণিক ত্বরণ

09. টর্কের একক – [RB'22][Ans: d]
(i) Nm (ii) dyne-cm (iii) ft-poundal
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
2 gm, 6 gm ও 4 gm ভরের তিনটি বস্তুকণা যথাক্রমে A, B ও C কোনো ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে 5 সেকেন্ডে 20 বার করে ঘুরে। বস্তুকণাগুলোর কৌণিক ভরবেগ যথাক্রমে L_A, L_B ও L_C। অক্ষ থেকে কণাগুলোর দূরত্ব যথাক্রমে 5 cm, 4 cm ও 3 cm।

10. উদ্দীপকের A বস্তুকণার রৈখিক বেগ কত? [Din.B'22; RB'22]
(a) $1.256\ ms^{-1}$ (b) $6.283\ ms^{-1}$
(c) $9.283\ ms^{-1}$ (d) $125.60\ ms^{-1}$
সমাধান: (a); $v = r\omega = r\left(\frac{2\pi N}{t}\right)$
$= 0.05 \times \left(\frac{2\pi \times 20}{5}\right) ms^{-1} = 1.256\ ms^{-1}$

11. কৌণিক ভরবেগের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক? [Din.B'22; RB'22]
(a) $L_A > L_B > L_C$ (b) $L_A > L_C > L_B$
(c) $L_B > L_A > L_C$ (d) $L_B > L_C > L_A$
সমাধান: (c); $L_A : L_B : L_C$
$= m_A r_A^2\omega : m_B r_B^2\omega : m_C r_C^2\omega$
$= m_A r_A^2 : m_B r_B^2 : m_C r_C^2$
$= 2\times5^2 : 6\times4^2 : 4\times3^2$
$= 50 : 96 : 36 = 25 : 48 : 18$
$\therefore L_B > L_A > L_C$

12. একটি পাতলা বৃত্তাকার চাকতির যেকোনো ব্যাসের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক হবে- [Ctg.B'22][Ans: a]
(a) $\frac{1}{4}Mr^2$ (b) $\frac{1}{2}Mr^2$ (c) $\frac{3}{2}Mr^2$ (d) $\frac{2}{3}Mr^2$

13. রাস্তার বাঁকে গাড়ির নিরাপদ সর্বোচ্চ বেগ নির্ভর করে–
(i) বাঁকের ব্যাসার্ধের উপর [Ctg.B'22]
(ii) গাড়ির ভরের উপর (iii) ব্যাংকিং কোণের উপর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (b); $v_{max} = \sqrt{rg\tan\theta}$

নিচের উদ্দীপক অনুসারে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :
একটি চাকার জড়তার ভ্রামক $2\ kgm^2$ । চাকাটি মিনিটে 30 বার ঘুরছে।

14. চাকাটির কৌণিক বেগ কত? [Ctg.B'22][Ans: c]
(a) 2 rpm (b) 15 rpm (c) 30 rpm (d) 60 rpm

15. চাকাটির কৌণিক ভরবেগ কত? [Ctg.B'22]
(a) $\frac{\pi}{2}$ (b) π (c) 2π (d) 4π
সমাধান: (c); $\omega = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2\pi \times 30}{60} = \pi\ rads^{-1}$
$\therefore L = I\omega = 2 \times \pi = 2\pi\ kg\,m^2s^{-1}$

16. কৌণিক ভরবেগের একক কোনটি?
[Ctg.B'22; CB'21; BB'21][Ans: d]
(a) kgm^2s^{-2} (b) $kgms^{-2}$
(c) $kgms^{-1}$ (d) kgm^2s^{-1}

17. বলের ঘাত হচ্ছে – [CB'22; SB'22; RB'17]
(i) বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফল
(ii) ভরবেগের পরিবর্তন
(iii) ভরবেগের পরিবর্তনের হার
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (a); বলের ঘাত $= Ft = m(v-u)$

18. টর্কের অপর নাম কী? [SB'22; BB'19][Ans: c]
(a) ঘর্ষণ বল (b) জড়তার ভ্রামক
(c) ঘূর্ণন বল (d) কেন্দ্রমুখী বল

19. টর্কের মাত্রা কোনটি? [SB'22][Ans: b]
(a) ML^2T^2 (b) ML^2T^{-2} (c) M^2LT^2 (d) $ML^{-3}T^2$

20. 4 N বল একটি বস্তুর উপর 1 sec ব্যাপী ক্রিয়া করলে ভরবেগের পরিবর্তন কত ? [SB'22]
(a) $2\ kgms^{-1}$ (b) $4\ kgms^{-1}$
(c) $8\ kgms^{-1}$ (d) $16\ kgms^{-1}$
সমাধান: (b); ভরবেগের পরিবর্তন $= m(v-u)$
$= Ft = (4 \times 1)kgms^{-1} = 4\ kgms^{-1}$

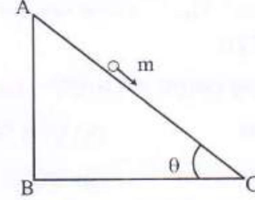
21. কৌণিক ভরবেগের মাত্রা সমীকরণ কোনটি?
[BB'22; RB'21; Ctg.B'21; Din.B'21][Ans: d]
(a) $[M^2L^2T^{-1}]$ (b) $[M^{-2}LT^{-1}]$
(c) $[ML^{-2}T]$ (d) $[ML^2T^{-1}]$

22. টর্ক (τ), জড়তার ভ্রামক (I) এবং কৌণিক ত্বরণের (α) মধ্যে সম্পর্ক কী? [BB'22][Ans: d]
(a) $\tau = \frac{I}{\alpha}$ (b) $\tau = \sqrt{I\alpha}$
(c) $\tau = I^2\alpha$ (d) $\tau = I\alpha$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
15 m উঁচু একটি গাছের ঢাল হতে 200 gm ভরের একটি আম নিচের কাদা মাটিতে পড়ে 10 cm গর্তের সৃষ্টি করে। $[g = 9.8\ ms^{-2}]$

23. ভূমি হতে কত উচ্চতায় আমটির বিভবশক্তি এর গতিশক্তির দ্বিগুণ? [BB'22]
(a) 5 m (b) 8 m (c) 10 m (d) 12 m
সমাধান: (c); বিভবশক্তি $= mgh$;
গতিশক্তি $= mg(15-h)$
এখন, $2mg(15-h) = mgh \Rightarrow 30 - 2h = h$
$\Rightarrow 3h = 30 \therefore h = 10m$

24. AC ঘর্ষণহীন তলে m ভরের বস্তুটি নিচে নামার সময় এর উপর তলের প্রতিক্রিয়া বল কত? [BB'22][Ans: c]



(a) 0 (b) mg (c) $mg\cos\theta$ (d) $mg\sin\theta$

25. তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের বেলায় কোন বল ক্রিয়াশীল?
[JB'22][Ans: d]
(a) মহাকর্ষ বল (b) তড়িৎ চৌম্বক বল
(c) শক্তিশালী নিউক্লীয় বল (d) দুর্বল নিউক্লীয় বল

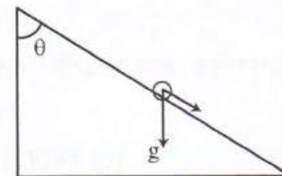
26. নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রের উদাহরণের ক্ষেত্রে –
[JB'22][Ans: d]
(i) ঘোড়ার গাড়ি টানা (ii) বন্দুকের গুলি ছোঁড়া
(iii) মহাশূন্যে গতিশীল মহাকাশযান
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

27. 0.1 kg ভরের একটি পাথর খণ্ডকে 0.5 m লম্বা একটি সুতার একপ্রান্তে বেঁধে বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 90 বার ঘুরালে সুতার টান কত হবে? [JB'22]
(a) 0.471 N (b) 0.21 N
(c) 4.44 N (d) 41.79 N
সমাধান: (c); $T = m\omega^2 r = 0.1 \times \left(\frac{2\pi \times 90}{60}\right)^2 \times 0.5$
$= 4.44\ N$

28. কোনো অক্ষ সাপেক্ষে বস্তুতে প্রযুক্ত বলের মান এবং অক্ষের লম্ব দূরত্বের গুণফলকে কি বলে? [JB'22][Ans: b]
(a) জড়তার ভ্রামক (b) টর্ক
(c) চক্রগতির ব্যাসার্ধ (d) রৈখিক ভরবেগ

29. মৌলিক বলকে কয়ভাগে ভাগ করা যায়? [JB'22][Ans: c]
(a) ২ (b) ৩ (c) ৪ (d) ৯

30. চিত্রে মসৃণ আনত তল বেয়ে গড়িয়ে পড়া বস্তুর ত্বরণ-
[CB'22][Ans: b]



(a) g (b) $g\cos\theta$ (c) $g\sin\theta$ (d) $g\tan\theta$

31. একটি দেয়াল ঘড়ির ঘন্টা, মিনিট ও সেকেন্ডের কাঁটার কৌণিক বেগের অনুপাত কত? [Din.B'22]

(a) 1: 12 : 720 (b) 2 : 12 : 720
(c) 12 : 1 : 720 (d) 720 : 12 : 1

সমাধান: (a); $W_{hour} : W_{min} : W_{sec}$
$= \frac{1}{T_{hour}} : \frac{1}{T_{min}} : \frac{1}{T_{sec}} = \frac{1}{12\times60\times60} : \frac{1}{60\times60} : \frac{1}{60}$
$= 1 : 12 : 720$

32. বিটা ক্ষয়ের জন্য কোনো বল দায়ী? [Din.B'22][Ans: b]

(a) মহাকর্ষ বল (b) দুর্বল নিউক্লিয় বল
(c) সবল নিউক্লিয় বল (d) তাড়িত চৌম্বক বল

33. একটি বন্দুকের গুলির ভর ও বেগ যদি দ্বিগুণ করা হয় তাহলে গতিশক্তি কত গুণ হবে? [Din.B'22]

(a) 2 গুণ (b) 4 গুণ (c) 8 গুণ (d) 16 গুণ

সমাধান: (c); $E_{k_f} = \frac{1}{2} \times (2m) \times (2v)^2$
$= \frac{1}{2} \times 2m \times 4v^2 = 8 \times \frac{1}{2}mv^2 = 8 \times E_{k_i}$

34. গোলাকার চাকতির পৃষ্ঠের অভিলম্বভাবে গমনকারী স্পর্শকের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ কোনটি? [Din.B'22][Ans: c]

(a) $\frac{1}{2}r$ (b) $\sqrt{\frac{2}{3}}r$ (c) $\sqrt{\frac{3}{2}}r$ (d) $\sqrt{\frac{2}{5}}r$

35. পৃথিবীর নিজ অক্ষের ঘূর্ণনের জন্য জাতীয় স্মৃতিসৌধের কৌণিক বেগ কত? [Din.B'22]

(a) 7.27×10^5 rads^{-1} (b) 0.2681 rads^{-1}
(c) 1.818×10^{-4} rads^{-1} (d) 7.27×10^{-5} rads^{-1}

সমাধান: (d); $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{24\times60\times60} = 7.27 \times 10^{-5}$ rads^{-1}

36. বস্তুর আণবিক গঠন ও রাসায়নিক বিক্রিয়ার জন্য দায়ী কোনো বল? [MB'22][Ans: b]

(a) মহাকর্ষ বল (b) তাড়িতচৌম্বক বল
(c) সবল নিউক্লিয় বল (d) দুর্বল নিউক্লিয় বল

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
0.1 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর 1N বল 1s ক্রিয়া করে –

37. বস্তুটির ত্বরণ কত? [MB'22]

(a) 0.1 ms^{-2} (b) 5 ms^{-2}
(c) 10 ms^{-2} (d) 100 ms^{-2}

সমাধান: (c); $a = \frac{F}{m} = \frac{1}{0.1}ms^{-2} = 10ms^{-2}$

38. প্রযুক্ত বল অপসারিত হলে গতিশীল বস্তুটির পরিণতি কী হবে? [MB'22][Ans: b]

(a) থেমে যাবে (b) সমবেগে চলবে
(c) সমত্বরণে চলবে (d) সমমন্দনে চলবে

39. কোনো বস্তুর উপর বাহ্যিক টর্কের লব্ধি শূন্য হলে– [MB'22][Ans: d]

(i) স্থির বস্তু স্থির থাকে (ii) ঘূর্ণায়মান বস্তু থেমে যাবে
(iii) ঘূর্ণায়মান বস্তু সমকৌণিক বেগে ঘুরতে থাকবে
নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i (b) ii (c) i, ii (d) i, iii

40. 1 rps =? [MB'22][Ans: c]

(a) $\frac{\pi}{2}$ rad s^{-1} (b) π rad s^{-1}
(c) 2π rad s^{-1} (d) 4π rad s^{-1}

41. 5 kg ভরের একটি বস্তু 5 ms^{-1} সমদ্রুতিতে 5 m ব্যাসার্ধের বৃত্ত পথে চিত্রানুযায়ী ঘুরছে। কেন্দ্রমুখী বলের দিক কোনো দিকে হবে– [MB'22][Ans: a]



(a) উত্তর (b) দক্ষিণ (c) পূর্ব (d) পশ্চিম

42. 7 kg ভরের একটি বস্তু একটি স্থির বস্তুর সাথে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে লিপ্ত হলো। সংঘর্ষের পর বস্তু একই দিকে আদি বেগের এক-চতুর্থাংশ বেগ নিয়ে চলতে থাকে। স্থির বস্তুর ভর কত? [MB'22]

(a) 2.2 kg (b) 4.2 kg (c) 8.2 kg (d) 14.2 kg

সমাধান: (b); $v_{1f} = \left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right)v_{1i} + \left(\frac{2m_2}{m_1+m_2}\right)v_{2i}$
$\Rightarrow \frac{1}{4}v_{1i} = \left(\frac{7-m_2}{7+m_2}\right)v_{1i} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{7-m_2}{7+m_2}$
$\Rightarrow 28 - 4m_2 = 7 + m_2 \Rightarrow 21 = 5m_2$
$\therefore m_2 = \frac{21}{5} = 4.2$ kg

43. ঘূর্ণনরত বস্তুর ক্ষেত্রে, প্রযুক্ত বল ও অবস্থান ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ θ হলে– [DB'21][Ans:c]

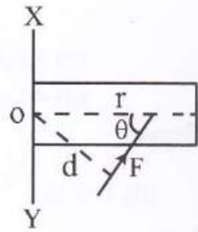
(i) $\theta = 180°$ হলে, ঘূর্ণন বল সর্বোচ্চ হবে
(ii) $\theta = 0°$ হলে, ঘূর্ণন বল সর্বনিম্ন হবে
(iii) $\theta = 90°$ হলে, ঘূর্ণন বল সর্বোচ্চ হবে
নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

44. জড়তার ভ্রামকের একক কোনটি? [DB'21][Ans:c]

(a) kgm (b) kgm^{-1} (c) kgm^2 (d) kgm^{-2}

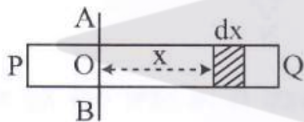
45. চিত্রে বলের ভ্রামক τ হলে কোনটি সঠিক? **[DB'21]**



(a) $\tau = r \times F$ (b) $\tau = d \times F$
(c) $\tau = \vec{r} \cdot \vec{F} \sin\theta$ (d) $\tau = \vec{d}\, F \sin\theta$

সমাধান: (b); $\tau = \vec{r} \times \vec{F} \Rightarrow |\vec{\tau}| = (r \sin\theta) \times F$
$= d \times F$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



চিত্রে সরু ও সুষম দণ্ডের ভর M এবং দৈর্ঘ্য L।

46. দণ্ডটির dx অংশের ভর কোনটি? **[DB'21; JB'17]**
(a) $ML^{-1}dx$ (b) $LM^{-1}dx$
(c) MLx (d) $Mx^{-1}dx$

সমাধান: (a); $\frac{M}{L}dx$

47. AB ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে দণ্ডটির জড়তার ভ্রামকের সমাকলিতরূপ কোনটি? **[DB'21; JB'17]**
(a) $\frac{M}{L}\int_0^L x^2\,dx$ (b) $\frac{M}{L}\int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} x^2 dx$
(c) $\frac{L}{M}\int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} x^3\,dx$ (d) $\frac{M}{L}\int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \frac{x^2}{2}dx$

সমাধান: (b); $I = \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} dm\ x^2$
$\Rightarrow I = \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \left(\frac{M}{L}dx\right) \cdot x^2 = \frac{M}{L}\int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} x^2\,dx$

48. একজন সাইকেল আরোহী 500m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে $5ms^{-1}$ বেগে ঘুরতে গেলে উলম্ব তলের সাথে কত কোণে আনত থাকবে? **[RB'21]**
(a) 0.27° (b) 0.28°C (c) 0.29° (d) 0.30°

সমাধান: (c); $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v^2}{rg}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{5^2}{500\times 9.8}\right) = 0.29$

49. M ভরের ও l দৈর্ঘ্যের সরু সুষম দণ্ডের মধ্যবিন্দু দিয়ে দৈর্ঘ্যের অভিলম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক কত? **[RB'21] [Ans: a]**
(a) $\frac{Ml^2}{12}$ (b) $\frac{Ml^2}{3}$ (c) $\frac{Ml^2}{2}$ (d) Ml^2

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ 50m। রাস্তার প্রস্থ 5m এবং বাহিরের প্রান্ত ভিতরের প্রান্ত অপেক্ষা 0.25m উঁচু।

50. রাস্তাটির প্রকৃত ব্যাংকিং কোণ কত? **[RB'21]**
(a) 1.86° (b) 2.86° (c) 3.86° (d) 5.86°

সমাধান: (b); $\theta = \sin^{-1}\left(\frac{h}{d}\right) = \sin^{-1}\frac{0.25}{5} = 2.86°$

51. রাস্তার ব্যাংকিং নির্ভর করে– **[RB'21; Ctg.B'21][Ans: c]**
(i) গাড়ির ভরের উপর
(ii) বাঁকের বক্রতার ব্যাসার্ধের উপর
(iii) গাড়ির বেগের উপর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

52. বৃত্তাকার চাকতির পৃষ্ঠের অভিলম্বভাবে গমনকারী স্পর্শকের সাপেক্ষে চাকতির জড়তার ভ্রামক নিচের কোনটি? **[Ctg.B'21]**
(a) $I = \frac{3}{2}Mr^2$ (b) $I = Mr^2$
(c) $I = \frac{Mr^2}{2}$ (d) $I = \frac{Mr^2}{4}$

সমাধান: (a); $I = I_G + Md^2 = \frac{1}{2}Mr^2 + M(r)^2 = \frac{3}{2}Mr^2$

53. কোনো একটি বস্তুকে অমসৃণ তলে স্থির অবস্থায় রাখা হলে এর উপর মোট কয়টি বল ক্রিয়া করে? **[SB'21] [Ans: b]**
(a) 1 (b) 2 (c) 3 (d) 4

54. টর্কের একক কোনটি? **[SB'21] [Ans: c]**
(a) $N^{-1}m$ (b) Nm^{-2} (c) Nm (d) Nm^{-1}

55. ভরবেগের মাত্রা কোনটি? **[SB'21] [Ans: a]**
(a) MLT^{-1} (b) MLT^{-2} (c) ML^2T^{-1} (d) ML^2T^{-2}

56. একটি বৈদ্যুতিক পাখার ভর 10kg এবং কোনো অক্ষ সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ 2m। পাখাটিতে $3\ rad\ s^{-2}$ কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত মানের টর্ক প্রয়োগ করতে হবে? **[SB'21]**
(a) 40 Nm (b) 20 Nm (c) 30 Nm (d) 120 Nm

সমাধান: (d); $I = mk^2 = 10 \times 2^2 = I = 40\ kgm^2$
$\tau = I\alpha = 40 \times 3 = 120\ Nm$

57. গোলাকার চাকতি বা পাতের পৃষ্ঠের অভিলম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামকের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? **[SB'21] [Ans: c]**
(a) $2Mr^2$ (b) Mr^2 (c) $\frac{Mr^2}{2}$ (d) $\frac{Mr^2}{4}$

58. স্থিতি জড়তার উদাহরণ কোনটি? **[SB'21] [Ans: b]**
(a) ঘোড়ার গাড়ি টানা
(b) ধূলিময় পোশাকে আঘাত করা
(c) বড় নৌকার গুণ টানা
(d) বন্দুক থেকে গুলি ছোঁড়া

59. রাস্তার বাঁকে ঢাল দিলে – [SB'21] [Ans: d]
(i) যানবাহন চলাচল অধিকতর নিরাপদ হয়
(ii) কেন্দ্রমুখী বল পাওয়া যায়
(iii) সাইকেল আরোহী বক্রপথের কেন্দ্রের দিকে হেলে থাকে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

60. ব্যাংকিং কোণ পরিমাপ করা হয় কোনটির সাপেক্ষে? [BB'21] [Ans: a]
(a) অনুভূমিক দিকের সাপেক্ষে (b) উলম্ব দিকের সাপেক্ষে
(c) বৃত্তের কেন্দ্র হতে বাইরের দিকের সাপেক্ষে
(d) বৃত্তের কেন্দ্রের দিকের সাপেক্ষে

61. সাঁতার কাটার ভিত্তি হলো নিউটনের– [BB'21] [Ans: c]
(a) ১ম সূত্র (b) ২য় সূত্র (c) ৩য় সূত্র (d) ৪র্থ সূত্র

62. বলের ঘাতের একক ও নিম্নের কোনো রাশির একক একই? [JB'21; BB'17] [Ans: c]
(a) বল (b) কাজ (c) ভরবেগ (d) টর্ক

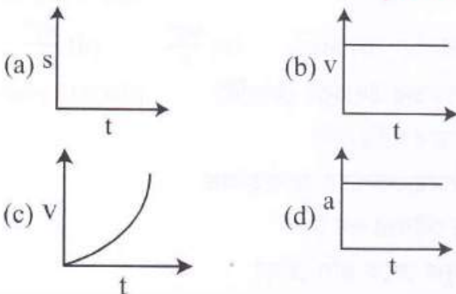
63. একটি বুলেট ঘর্ষণহীন সমতলে অবস্থিত ব্লকে আঘাত করে এর ভেতর রয়ে গেল। এক্ষেত্রে সংরক্ষিত হবে– [JB'21] [Ans: a]
(i) ভরবেগ (ii) গতিশক্তি (iii) আপেক্ষিক বেগ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, ii (d) i, ii, iii

64. ইউরেনিয়াম, থোরিয়াম ইত্যাদি মৌলিক পদার্থের তেজস্ক্রিয় ভাঙন ঘটে কোনো বলের কারণে? [JB'21; MB'21][Ans: c]
(a) তেজস্ক্রিয় বল (b) তড়িৎ চৌম্বক বল
(c) দুর্বল নিউক্লিয় বল (d) সবল নিউক্লিয় বল

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
10N বল 2kg ভরের স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে এবং 4s পর বলের ক্রিয়া বন্ধ হয়ে গেল। (এখানে ঘর্ষণ বল উপেক্ষা করা হয়েছে।)

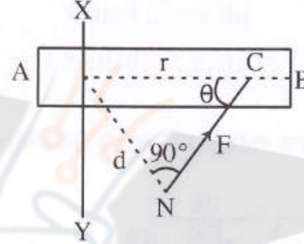
65. বলের ক্রিয়া বন্ধ হয়ে গেলে বস্তুটি– [JB'21] [Ans: b]
(a) সুষম ত্বরণে চলে (b) সুষম বেগে চলে
(c) বেগ হ্রাসপ্রাপ্ত হয় (d) বেগ শূন্য হয়

66. উদ্দীপকের প্রথম 4s এর জন্য নিচের কোনো লেখটি সঠিক? [JB'21] [Ans: d]



67. 2 kg ভরের একটি বস্তুর গতিশক্তি 1J হলে এর ভরবেগ কত? [JB'21] [Ans: a]
(a) $2\ kgms^{-1}$ (b) $2.53\ kgms^{-1}$
(c) $3\ kgms^{-1}$ (d) $4\ kgms^{-1}$

68. বলের ভ্রামকের সমীকরণ– [CB'21] [Ans: d]
(i) $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ (ii) $\vec{\tau} = I\vec{\alpha}$ (iii) $\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

69.


চিত্রে AB বস্তুটি O কে কেন্দ্র করে XY অক্ষের চতুর্দিকে ঘুরতে পারে। তাহলে– [CB'21] [Ans: d]
(i) $\tau = d \times F$ (ii) $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ (iii) $\vec{\tau} = \hat{\eta} r F \sin\theta$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

70. একটি গাড়ির নিরাপদে বাঁক নেওয়ার শর্ত হলো– [CB'21] [Ans: a]
(a) $v \le (\mu rg)^{\frac{1}{2}}$ (b) $v \le \mu rg$
(c) $v > \mu rg$ (d) $v > (\mu rg)^{\frac{1}{2}}$

71. কেন্দ্রমুখী বলের সঠিক রাশিমালা কোনটি? [Din.B'21] [Ans: b]
(a) mv^2r (b) $m\omega^2r$
(c) $m\omega^2r^2$ (d) $\frac{mv}{r^2}$

72. একটি চাকার ভর এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 2.5kg এবং 2m। চাকাটিতে $10\ rads^{-2}$ কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে প্রয়োজনীয় টর্ক– [Din.B'21] [Ans: d]
(a) 10 Nm (b) 25 Nm (c) 50 Nm (d) 100 Nm
সমাধান: (d); $\tau = I\alpha = mr^2\alpha$
$= 2.5 \times 2^2 \times 10\ Nm = 100\ Nm$

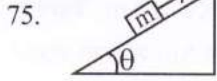
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
A ও B দুটি স্থানে যথাক্রমে 25m ও 36m ব্যাসার্ধের বাঁকের রাস্তার প্রত্যেকটির ব্যাংকিং কোণ 2.5°। (উভয় রাস্তার প্রস্থ 5m)

73. A স্থানের বাঁকের রাস্তার ভেতরের পার্শ্ব অপেক্ষা বাইরের পার্শ্ব কত উঁচু হবে? [Din.B'21] [Ans: b]
(a) 0.109m (b) 0.218m
(c) 2.498m (d) 4.995m
সমাধান: (b); $\sin 2.5° = \frac{h}{d} \Rightarrow h = 0.218m$

74. বাঁকের রাস্তা দুটিতে কোনো গাড়ির সর্বোচ্চ গতিবেগের অনুপাত– [Din.B'21] [Ans: a]

(a) 5: 6 (b) 16: 15 (c) 25: 48 (d) 36: 65

সমাধান: (a); $\frac{v_{max_1}}{v_{max_2}} = \sqrt{\frac{r_1}{r_2}} = \sqrt{\frac{25}{36}} = \frac{5}{6}$

75. 

চিত্রে, F বলের প্রভাবে ব্লকটিতে আনত ঘর্ষণমুক্ত তলে ওপরের দিকে নেয়া হচ্ছে। নিচের কোনো বলের বিরুদ্ধে কাজ হয়েছে? [Din.B'21] [Ans: b]

(a) mg (b) $mg\sin\theta$
(c) $mg\cos\theta$ (d) $mg\tan\theta$

76. কোনো বস্তুর উপর নিট বল শূন্য হলে স্থির থাকবে- [MB'21]

(i) বেগ (ii) ত্বরণ (iii) গতিশক্তি [Ans: b]

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

77. একটি চাকার জড়তার ভ্রামক $5kgm^2$। চাকাটিকে 10^5J গতিশক্তিতে ঘুরতে কত কৌণিক বেগের প্রয়োজন হবে? [MB'21]

(a) $20\ rads^{-1}$ (b) $89.44\ rads^{-1}$
(c) $141.42\ rads^{-1}$ (d) $200\ rads^{-1}$

সমাধান: (d); $E = \frac{1}{2}I\omega^2$

$\Rightarrow 10^5 = \frac{1}{2} \times 5 \times \omega^2 \Rightarrow \omega = 200rads^{-1}$

78. 'বলের ঘাত' এর একক কী? [MB'21] [Ans: c]

(a) N-kg (b) N-m (c) N-sec (d) $N\text{-}sec^{-1}$

79. একটি বালতিতে কিছু পরিমাণ পানি নিয়ে r ব্যাসার্ধের বৃত্তপথে উল্লম্ব তলে ঘুরানো হচ্ছে। ঘূর্ণনের কৌণিক গতি কত হলে বালতির পানি বাইরে বের হবে না? [MB'21] [Ans: b]

(a) $\sqrt{r/g}$ (b) $\sqrt{g/r}$ (c) $\sqrt{rg}$ (d) rg

80. তিনটি সমমানের বল একটি বিন্দুতে ক্রিয়া করে সাম্যাবস্থার সৃষ্টি করলে তাদের অন্তর্ভুক্ত কোণের অনুপাত কত? [MB'21] [Ans: c]

(a) 60°: 60°: 240° (b) 90°: 90°: 180°
(c) 120°: 120°: 120° (d) 150°: 150°: 60°

81. কোনটি জড়তার ভ্রামক সংক্রান্ত সমান্তরাল অক্ষ উপপাদ্য? [DB'19]

(a) $I_z = I_x + I_y$ (b) $I = I_G + MK^2$
(c) $I = I_G + MK$ (d) $I = I_G + Mh^2$

সমাধান: (d); $I = I_G + Mh^2$

82. 2400J গতিশক্তিবিশিষ্ট একটি চাকা প্রতি মিনিটে 602 বার ঘুরে। চাকাটির জড়তার ভ্রামক কত? [DB'19]

(a) $0.605\ kg\ m^2$ (b) $0.828\ kg\ m^2$
(c) $1.21\ kg\ m^2$ (d) $76.14\ kg\ m^2$

সমাধান: (c); $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2$ $\left[\text{এখানে}, \omega = \frac{2\pi N}{t}\right]$

$\Rightarrow 2400 = \frac{1}{2} \times I \times \left(\frac{2\pi \times 602}{60}\right)^2 \Rightarrow I = 1.21\ kg\ m^2$

83. টর্কের একক- [DB'19] [Ans: b]

(i) Nm (ii) kgm^2s^{-2} (iii) Js^{-1}

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i (b) i, ii (c) i, iii (d) ii, iii

84. দুটি সমান ভরের বস্তুর মধ্যে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ ঘটলে- [RB'19]

(i) সংঘর্ষের পূর্বের ও পরের মোট ভরবেগ একই থাকবে

(ii) সংঘর্ষের পূর্বের ও পরের মোট গতিশক্তি একই থাকবে

(iii) সংঘর্ষের পর বস্তুদ্বয় বেগ বিনিময় করবে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

সমাধান: (d); স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ হলে ভরবেগ ও গতিশক্তি উভয়ই সংরক্ষিত থাকে।

$\therefore v_{1F} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}v_{1i} + \frac{2m_2}{m_1 + m_2}v_{2i}[m_1 = m_2]$;

$v_{1F} = \frac{2m_1}{2m_1}\ v_{2i} \therefore v_{1F} = v_{2i} \therefore v_{2F} = v_{1i}$

নিচের চিত্রটি লক্ষ্য কর এবং পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



85. সংঘর্ষের ফলে বস্তুদ্বয় মিলিত হলে মিলিত বেগ কত হবে?[RB'19]

(a) $\frac{5}{3}ms^{-1}$ (b) $\frac{7}{3}ms^{-1}$ (c) $\frac{8}{3}ms^{-1}$ (d) $\frac{10}{3}ms^{-1}$

সমাধান: (a); মিলিত হলে অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ

$\therefore\ v = \frac{m_1u_1 + m_2(-u_2)}{m_1 + m_2} = \frac{5}{3}ms^{-1}$

86. সমকৌণিক বেগে আবর্তনরত কোনো দৃঢ় বস্তুর গতিশক্তি ও জড়তার ভ্রামকের অনুপাত- [Ctg.B'19]

(a) কৌণিক বেগের সমানুপাতিক

(b) কৌণিক বেগের বর্গের সমানুপাতিক

(c) রৈখিক বেগের সমানুপাতিক

(d) রৈখিক বেগের বর্গের সমানুপাতিক

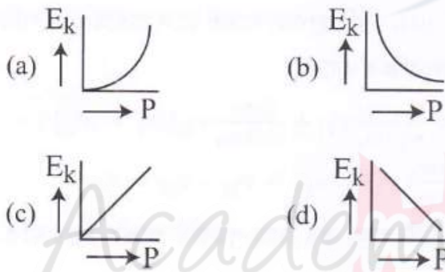
সমাধান: (b); $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2 \Rightarrow \frac{E_k}{I} \propto \omega^2$

87. বলের ঘাতের সাথে কোন রাশিটির সাংখ্যিক মান সমান? [Ctg.B'19]
(a) কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন
(b) রৈখিক ভরবেগের পরিবর্তন
(c) জড়তার ভ্রামক (d) টর্ক
সমাধান: (b); $Ft = mv - mu$ = রৈখিক ভরবেগের পরিবর্তন

88. রৈখিক ভরবেগ (p) ও গতিশক্তির (k) মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? [এখানে m = ভর] [Ctg.B'19][Ans: c]
(a) $p = \frac{km}{2}$ (b) $p = 2km$
(c) $p = \sqrt{2km}$ (d) $p = \sqrt{\frac{km}{2}}$

89. কোনো স্প্রিংকে 5N বল দ্বারা টেনে 10cm প্রসারিত করা হলে, স্প্রিং ধ্রুবক কত হবে? [Ctg.B'19]
(a) $0.5\ Nm^{-1}$ (b) $2\ Nm^{-1}$
(c) $50\ Nm^{-1}$ (d) $250\ Nm^{-1}$
সমাধান: (c); $k = \frac{F}{x} = \frac{5}{0.1} = 50\ Nm^{-1}$

90. বস্তুর ভর ধ্রুবক হলে, রৈখিক ভরবেগ (p) বনাম গতিশক্তি (E_k) লেখচিত্রটি হবে- [Ctg.B'19]



সমাধান: (a); $E_k = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow E_k \propto p^2$

91. রাস্তার ব্যাংকিং কোণ নির্ভর করে- [SB'19] [Ans: d]
(i) গাড়ির বেগের ওপর (ii) বাঁকের ব্যাসার্ধের ওপর
(iii) অভিকর্ষজ ত্বরণের ওপর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

92. পৃথিবীতে কোনো বস্তুর ওজন 20 N হলে চাঁদে কত? [SB'19]
(a) 100 N (b) 39.2 N (c) 20 N (d) 4 N
সমধান: (d); $g_{moon} = \frac{16}{81} g_{earth}$; $M = \frac{20}{g_{earth}}$
এখন, $W_{moon} = M \cdot g_{moon}$
$= \frac{20}{g_{earth}} \times g_{moon} = \frac{20 \times 16}{81} = 3.95 \approx 4\ N$

93. নিচের বলগুলোর মধ্যে কোনটি সবচেয়ে শক্তিশালী বল? [SB'19] [Ans: b]
(a) দুর্বল নিউক্লিয় বল (b) সবল নিউক্লীয় বল
(c) মহাকর্ষ বল (d) তড়িৎ চুম্বকীয় বল

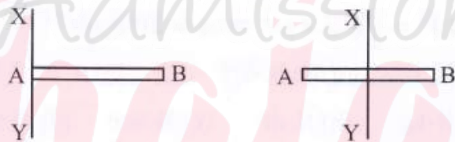
94. খুব অল্প সময়ের জন্য খুব বড় মানের বল প্রযুক্ত হলে তাকে বলে- [BB'19] [Ans: d]
(a) সংশক্তি বল (b) ঘূর্ণন বল
(c) তড়িৎ বল (d) ঘাত বল

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
6 kg ভরের কোনো বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ হতে 10 m উচ্চতায় উঠিয়ে অতঃপর একে অনুভূমিক বরাবর 5m সরানো হলো। $[g = 9.8\ ms^{-2}]$

95. অভিকর্ষ বলের দিকে সরণ কত? [BB'19]
(a) -10 m (b) -5 m
(c) 10 m (d) 5 m
সমাধান: (a); অভিকর্ষ বল নিচের দিকে ক্রিয়াশীল। আর বস্তুকে উপর দিকে 10 m উঠানো হয়েছে। তাই অভিকর্ষ বলের দিকে সরণ -10 m

96. 1 kg ও 4 kg ভরের দুটি বস্তু একই গতিশক্তি নিয়ে চলছে। এদের রৈখিক ভরবেগের অনুপাত হবে- [JB'19]
(a) 4 : 1 (b) $\sqrt{2}$: 1 (c) 1 : 2 (d) 1 : 16
সমাধান: (c); $\frac{p_1^2}{2m_1} = \frac{p_2^2}{2m_2} \Rightarrow p_1^2 = \frac{p_2^2}{4} \Rightarrow 2p_1 = p_2$
$\therefore p_1 : p_2 = 1 : 2$

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
AB দণ্ডটি XY অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণনশীল। দণ্ডের মোট দৈর্ঘ্য 2m এবং মোট ভর 2 kg।



চিত্র : ক চিত্র : খ

97. চিত্র-ক এর জড়তার ভ্রামক I_1 এবং চিত্র-খ এর জড়তার ভ্রামক I_2 হলে, কোনটি সঠিক? [JB'19]
(a) $I_1 : I_2 = 1 : 1$ (b) $I_1 : I_2 = 1 : 2$
(c) $I_1 : I_2 = 4 : 1$ (d) $I_1 : I_2 = 1 : 4$
সমাধান: (c); $\frac{I_1}{I_2} = \frac{\frac{ML^2}{3}}{\frac{ML^2}{12}} = \frac{12}{3} = \frac{4}{1} = 4 : 1$

98. চিত্র-খ এ চক্রগতির ব্যাসার্ধের মান- [JB'19]
(a) $\frac{1}{\sqrt{3}}$ (b) $\frac{2}{\sqrt{3}}$ (c) $\frac{1}{\sqrt{12}}$ (d) $\sqrt{\frac{3}{4}}$
সমাধান: (a); $K = \frac{L}{2\sqrt{3}} = \frac{2}{2\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$

99. বলের ঘাতের একক- [CB'19; Din.B'19; RB'17][Ans:d]
(a) N (b) Nm (c) Nm^{-1} (d) $kg\ ms^{-1}$

100. সাইকেলের বেগ ও চাকার ঘর্ষণের মধ্যবর্তী কোণ কত? [CB'19] [Ans: c]

(a) 0° (b) 90° (c) 180° (d) 360°

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

কোনো গ্রহের অভিকর্ষজনিত ত্বরণ $\frac{1}{5}$g এবং ব্যাসার্ধ $\frac{1}{4}$R। এখানে, g পৃথিবীর অভিকর্ষজনিত ত্বরণ এবং R পৃথিবীর ব্যাসার্ধ।

101. পৃথিবীর হতে 588 N ওজনের একটি বস্তু ওই গ্রহে নিয়ে গেলে বস্তুটি কত ওজন হারাবে? [Din.B'19]

(a) 60.0 N (b) 117.6 N

(c) 470.4 N (d) 528.0 N

সমাধান: (c); হারানো ওজন

$= mg - m\frac{g}{5} = mg\left(1 - \frac{1}{5}\right)$

$= mg \times \frac{4}{5} = 588 \times \frac{4}{5} = 470.4N$

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

1500 kg ভরের একটি গাড়ি 400 N ঘর্ষণ বলযুক্ত সোজা রাস্তায় 5 ms^{-2} সমত্বরণে চলে।

102. গাড়ির ইঞ্জিন কর্তৃক প্রযুক্ত বল- [Din.B'19]

(a) 0.4 kN (b) 7.1 kN (c) 7.5 kN (d) 7.9 kN

সমাধান: (d); $F - f = ma$

$\therefore F = (1500 \times 5) + 400 = 7.9kN$

103. 6N 60° 6N ; 6N ওজনের একটি বস্তুকে 6N বল দ্বারা চিত্রানুযায়ী টানা হচ্ছে। বস্তুটির আপাত ওজন- [All B'18]

(a) 0.8 N (b) 3 N (c) 9 N (d) 11.2 N

সমাধান: (b); $W = 6 - 6\cos 60° = 3N$

104. নির্দিষ্ট ভরের কোনো চাকতির ব্যাসার্ধ অর্ধেক করা হলে কেন্দ্রগামী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক কতগুণ হবে? [DB'17]

(a) এক-চতুর্থাংশ (b) অর্ধেক

(c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ

সমাধান: (a); $I = \frac{1}{2}mR^2 \Rightarrow I \propto R^2$

$\Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{R_2^2}{R_1^2} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 \Rightarrow \boxed{I_2 = \frac{I_1}{4}}$

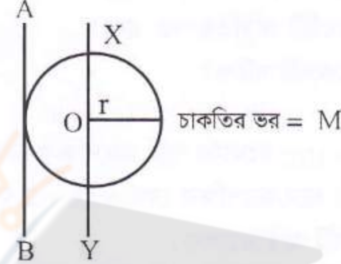
105. 0.25kg ভরের একটি ক্রিকেট বল 40ms^{-1} বেগে আসছিল। একজন খেলোয়াড় বলটিকে 0.2 সেকেন্ডে থামিয়ে দিল। খেলোয়াড় কর্তৃক প্রযুক্ত গড় বল কত? [RB'17]

(a) 20N (b) 10N (c) −20N (d) −50N

সমাধান: (d); $Ft = -mv$

$\Rightarrow F = \frac{-mv}{t} = \frac{-0.25 \times 40}{0.2} = -50N$

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



106. নিরেট চাকতির XY অক্ষের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ– [Ctg.B'17]

(a) $\frac{r}{2}$ (b) $\frac{r}{\sqrt{2}}$ (c) r (d) $\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot r$

সমাধান: (a); $I = \frac{1}{4}Mr^2 = MK^2 \Rightarrow K = \frac{r}{2}$

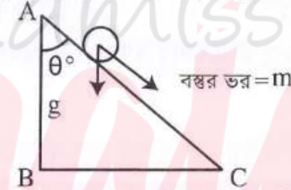
107. AB অক্ষের সাপেক্ষে চাকতির জড়তার ভ্রামক কত হবে? [Ctg.B'17]

(a) $\frac{1}{4}Mr^2$ (b) $\frac{1}{2}Mr^2$ (c) Mr^2 (d) $\frac{3}{2}Mr^2$

সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); $I' = I_{com} + Mr^2$

$= \frac{1}{4}Mr^2 + Mr^2 = \frac{5}{4}Mr^2$

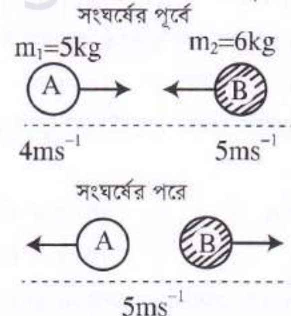
নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাওঃ



108. AC তলে নামার সময় বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল কত? [Ctg.B'17] [Ans: b]

(a) mg (b) mg cosθ (c) mgsinθ (d) শূন্য

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



A ও B বস্তুদ্বয় পরস্পরের বিপরীত দিকে একই রেখা বরাবর চলে সংঘর্ষ ঘটায়। সংঘর্ষের পর তারা নিজ নিজ গতিপথের বিপরীত দিকে চলছে।

109. সংঘর্ষের পর B বস্তুর বেগ কত? [SB'17]
(a) $2.50ms^{-1}$ (b) $4.17ms^{-1}$
(c) $5.83ms^{-1}$ (d) $12.50ms^{-1}$
সমাধান: (a); $5 \times 4 - 6 \times 5 = -5 \times 5 + 6 \times v$
$\Rightarrow v = 2.5\ ms^{-1}$

110. উপরোক্ত সংঘর্ষের ক্ষেত্রে – [SB'17]
(i) ভরবেগ সংরক্ষিত হবে (ii) গতিশক্তি সংরক্ষিত হবে
(iii) সংঘর্ষটি অস্থিতিস্থাপক হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (b); সংঘর্ষের পূর্বে আপেক্ষিক বেগ $= 9\ ms^{-1}$
সংঘর্ষের পরে আপেক্ষিক বেগ $= (5 + 2.5) = 7.5\ ms^{-1}$
∴ সংঘর্ষটি অস্থিতিস্থাপক।

111. কোনটি বলের ঘাতের মাত্রা সমীকরণ? [JB'17][Ans: b]
(a) $ML^{-1}T^{-2}$ (b) MLT^{-1}
(c) MLT^{-2} (d) $ML^{-1}LT^{-2}$

112. 2g ভরের একটি বস্তুকে 10 cm একটি সুতার সাহায্যে ঘুরানো হচ্ছে। বস্তুটির জড়তার ভ্রামক কত ? [CB'17]
(a) $0.0000\ 2kgm^2$ (b) $0.02kgm^2$
(c) $0.2kgm^2$ (d) $100\ kgm^2$
সমাধান: (a); $I = mr^2 = 2 \times 10^{-5}kgm^2$

113. ভরবেগের ভ্রামকের মাত্রা কোনটি ? [CB'17]
(a) ML^2T^{-2} (b) MLT^{-2}
(c) ML^2T^{-1} (d) $M^0L^2T^{-2}$
সমাধান: (c); ভরবেগের ভ্রামক = ভরবেগ × দূরত্ব

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও :
"একটি হাতুড়ির ভর 1kg । এটি $10\ ms^{-1}$ বেগে চলে একটি পেরেকের মাথায় আঘাত করল । এতে পেরেকটির সরণ হল 2cm"।

114. কতক্ষণ হাতুড়িটি পেরেকটির সংস্পর্শে ছিল ? [CB'17]
(a) 4×10^{-3} sec (b) 2×10^{-3} sec
(c) 1×10^{-3} sec (d) 0.25×10^{-3} sec
সমাধান: (a); $s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$
$\Rightarrow t = \frac{2S}{u+v} = \frac{2\times2\times10^{-2}}{10+0}\ s = 4 \times 10^{-3}s$

115. কৌণিক ভরবেগ হলো– [Din.B'17] [Ans: a]
(a) ব্যাসার্ধ ভেক্টর ও রৈখিক ভরবেগের ভেক্টর গুণনের সমান
(b) জড়তার ভ্রামক ও রৈখিক বেগের গুণনের সমান
(c) রৈখিক ভরবেগ ও কৌণিক ভরবেগের ভেক্টর গুণনের সমান
(d) রৈখিক বেগ ও ব্যাসার্ধ ভেক্টরের গুণনের সমান

116. কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তনের হার–[Din.B'17][Ans: c]
(a) বলের সমান (b) কৌণিক ত্বরণের সমান
(c) টর্কের সমান (d) জড়তার ভ্রামকের সমান

117. একটি চাকার ভর 6kg এবং কোনো অক্ষ সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ 30 cm। চাকাটিতে $3rads^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত মানের টর্ক প্রয়োগ করতে হবে?
(a) 1.62 Nm (b) 1.8 Nm
(c) 16.2 Nm (d) 18 Nm
সমাধান: (a); $\tau = I\alpha = mr^2\alpha$
$= (6 \times 0.3^2 \times 3)Nm = 1.62Nm$

MCQ: বিভিন্ন লেখকের মূল বইয়ের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও সমাধান

প্রফেসর মোহাম্মদ ইস্হাক স্যার

01. বলের মাত্রা সমীকরণ কোনটি? [Ans. a]
(a) $[MLT^{-2}]$ (b) $[MLT^{-1}]$
(c) $[ML^2T^{-1}]$ (d) $[ML^2T^{-2}]$

02. বলের ঘাত পরিবর্তনের হারকে কী বলে? [Ans. b]
(a) ভরবেগ (b) বল (c) ত্বরণ (d) বেগ

03. টর্ক τ, জড়তার ভ্রামক I, কৌণিক ত্বরণ α-এর মধ্যে সম্পর্ক হলো- [Ans. d]
(a) $\tau = I^2\alpha$ (b) $\tau = \sqrt{I\alpha}$
(c) $\tau = \frac{I}{\alpha}$ (d) $\tau = I\alpha$

04. পাতলা বৃত্তাকার চাকতির চক্রগতির ব্যাসার্ধ হলো–
(a) $K = \frac{1}{\sqrt{2}}$ (b) $K = \frac{1}{\sqrt{3}}$
(c) $K = \frac{r}{\sqrt{2}}$ (d) $K = \frac{r}{\sqrt{12}}$
সমাধান: (c); ভরকেন্দ্রগামী লম্বঅক্ষ সাপেক্ষে পাতলা বৃত্তাকার চাকতি ও নিরেট চোঙের চক্রগতির ব্যাসার্ধ
$x = \frac{r}{\sqrt{2}} \Rightarrow I = \frac{mr^2}{2} \Rightarrow mK^2 = \frac{mr^2}{2} \therefore K = \frac{r}{\sqrt{2}}$।

05. সমান ভরের দুটি বস্তুর মধ্যে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ হলে নিচের কোনটি সত্যি? এখানে ১ম বস্তুর আদি ও শেষ বেগ u_1 ও v_1 এবং ২য় বস্তুর আদি ও শেষ বেগ u_2 ও v_2.
(a) $u_1 = v_2$ (b) $u_1 = v_1$
(c) $u_1 = u_2$ (d) $u_2 = v_2$
সমাধান: (a); সমান ভরের দুটি বস্তুর মধ্যে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ হলে বেগ বিনিময় ঘটে।

06. মহাকর্ষ বল কোন কণার বিনিময়ের ফলে কার্যকর হয়? [Ans. a]
(a) গ্রাভিটন (b) মেসন
(c) ফোটন (d) নিউটন

07. তড়িৎচুম্বকীয় বল কোনো কণার পারস্পরিক বিনিময়ের ফলে কার্যকর হয়? **[Ans. b]**
(a) ফোটন (b) ফোটন (c) প্রোটন (d) গ্রাভিটন

08. m ভর ও r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার চাকতির যেকোনো ব্যাসের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামকের মান কোনটি? **[Ans. d]**
(a) $\frac{3}{2}mr^2$ (b) mr^2 (c) $\frac{1}{2}mr^2$ (d) $\frac{1}{4}mr^2$

09. কোনটি কেন্দ্রমুখী বলের রাশিমালা?
(a) mv^2r (b) $\frac{mv^2}{r}$ (c) mv^2r^2 (d) $\frac{m\omega^2}{r}$
সমাধান: (b); m ভরের বস্তু r ব্যাসার্ধের বৃত্তপথে সমদ্রুতি v নিয়ে চলতে থাকলে অভিকেন্দ্র বলের মান $\frac{mv^2}{r}$ হয়। কৌণিক বেগে প্রকাশ করলে অভিকেন্দ্র বলের মান হয় $m\omega^2r$.

10. একটি মেশিনগান থেকে প্রতি সেকেন্ডে n সংখ্যক বুলেট নির্গত হয়। প্রতিটি বুলেটের ভর m kg এবং এর বেগ $v\,ms^{-1}$ হলে মেশিনগানের উপর প্রযুক্ত বল (N এককে) হলো– **[Ans. a]**
(a) mnv (b) $\frac{mn}{v}$ (c) mn (d) $\frac{mv}{n}$

11. সুষম গতিবেগে চলন্ত একটি বস্তুর উপর– **[Ans. b]**
(a) একটি নিট বল ক্রিয়া করে
(b) একটি নিট শূন্য বল ক্রিয়া করে
(c) একটি সুষম ত্বরণ ক্রিয়া করে
(d) উপরের কোনোটিই নয়

12. কৌণিক ভরবেগ ও কৌণিক বেগের মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? **[Ans. a]**
(a) $L = I\omega$ (b) $L = \frac{I}{\omega}$
(c) $L = \frac{\omega}{I}$ (d) $L \propto \omega$

13. ব্যাসার্ধ ভেক্টর ও প্রযুক্ত বলের ভেক্টর গুণনকে বলে– **[Ans. d]**
(a) জড়তার ভ্রামক (b) কৌণিক ভরবেগ
(c) চক্রগতির ব্যাসার্ধ (d) টর্ক

14. কোনটি কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র? **[Ans. a]**
(a) L = ধ্রুবক (b) P = ধ্রুবক
(c) τ = ধ্রুবক (d) F = ধ্রুবক

15. কোনো অক্ষ সাপেক্ষে একটি লৌহ নির্মিত বস্তুর চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.5 m। বস্তুটির ভর 0.5 kg হলে এর জড়তার ভ্রামক কত? **[Ans. c]**
(a) $0.050\ kgm^2$ (b) $0.025\ kgm^2$
(c) $0.125\ kgm^2$ (d) কোনোটিই নয়

16. রৈখিক ত্বরণ ও কৌণিক ত্বরণের সম্পর্ক- **[Ans. d]**
(a) $a = \frac{r}{\alpha}$ (b) $a = \frac{\alpha}{r}$ (c) $a = r^2\alpha$ (d) $a = r\alpha$

17. বাঁক নেওয়ার সময় সাইকেলসহ আরোহীর নতি কোণ হবে- **[Ans. b.d]**
(a) $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v}{rg}\right)$ (b) $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{v^2}{rg}\right)$
(c) $\theta = \sin^{-1}\left(\frac{v}{rg}\right)$ (d) $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\omega^2 r}{g}\right)$

18. অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে সংরক্ষিত হয়– **[Ans. b]**
(a) গতিশক্তি (b) ভরবেগ
(c) কৌণিক ভরবেগ (d) স্থিতিশক্তি

19. একটি লিফট a ত্বরণে নিচে নামছে। m ভরের একজন ব্যক্তি লিফটের মেঝেতে কত বল প্রয়োগ করবে? **[Ans. c]**
(a) ma − mg (b) ma
(c) m(g − a) (d) m(g + a)

20. 5 kg ভরের একটি বস্তু $10\ ms^{-1}$ বেগে চলছে। বস্তুটিকে 20 সেকেন্ডে থামাতে হলে কত বল প্রয়োগ করতে হবে?
(a) 5 N (b) 400 N (c) 2.5 N (d) 25 N
সমাধান: (c); $a = \frac{10ms^{-1}}{20s} = 0.5ms^{-2}$
$F = ma = 5kg \times 0.5ms^{-2} = 2.5$ N.

21. লিফটে দণ্ডায়মান একজন ব্যক্তির অতিভারহীনতা পরিলক্ষিত হয় যখন লিফটের ত্বরণ, a = ? **[Ans. c]**
(a) a = g (b) a < g (c) a > g (d) a ≤ g

22. 70 kg ওজনের একজন প্যারাসুট ব্যবহারকারী সমবেগে নিচের দিকে নামছেন। তাঁর উপরে বায়ুর বাধা– **[Ans. c]**
(a) 753 N (b) 720 N (c) 686 N (d) 700 N

23. কত মানের একটি বল 10 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 4 sec ক্রিয়া করলে বেগের পরিবর্তন $40\ ms^{-1}$ হবে?
(a) 200 N (b) 50 N (c) 150 N (d) 100 N
সমাধান: (d); $F = \frac{40\times10}{4} = 100$ N.

24. 30 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর বেগ 2 মিনিটে বৃদ্ধি করে 36 km/h এ উন্নীত করার জন্য বস্তুটির উপর কত বল প্রয়োগ করতে হবে?
(a) 2 N (b) 2.5 N (c) 300 N (d) 5 N
সমাধান: (b); $F = ma = 30 \times \frac{10}{2\times60} = 2.5$N.

25. একটি লিফট $2.8\ ms^{-2}$ ত্বরণে নিচে নামছে। লিফটের মধ্যে দাঁড়ানো এক ব্যক্তির ভর 90 kg হলে তিনি যে ওজন অনুভব করেন-
(a) 252 N (b) 630 N (c) 887 N (d) 1134 N
সমাধান: (b); ওজন = m(g − a) = 90(9.8 − 2.8)
= 630 N.

26. সার্কাস খেলায় একটি বাইক $1200 m/min$ বেগে একটি বৃত্তাকার পথে ঘুরছে। বৃত্তাকার পথের ব্যাসার্ধ $200 m$ হলে বাইকটির কৌণিক বেগ কত?
(a) $0.01 rads^{-1}$ (b) $0.001 rads^{-1}$
(c) $0.1 rad s^{-1}$ (d) $0.002 rad s^{-1}$
সমাধান: (c); $v = \omega r \Rightarrow \omega = \frac{v}{r} = \frac{20}{200} = 0.1 rads^{-1}$.

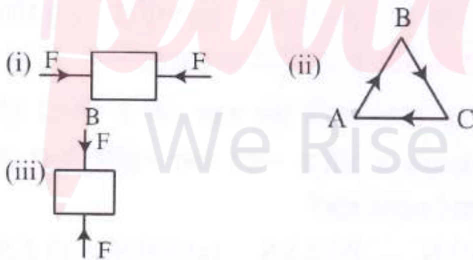
27. একটি বস্তুর উপর 5 N বল 10 s ক্রিয়া করে। ভরবেগের পরিবর্তন কত?
(a) $50 kgms^{-2}$ (b) $50 kgms^{-1}$
(c) $25 kgms^{-1}$ (d) $25 kgms^{-2}$
সমাধান: (b); ভরবেগের পরিবর্তন $= F \times t = 5 \times 10 = 50 kgms^{-1}$.

28. 5 kg ভর ও 0.25 m ব্যাসার্ধের একটি সিলিন্ডার $50 rads^{-1}$ কৌণিক বেগে গড়াতে থাকলে তার গতিশক্তি কত হবে?
(a) 0.078 J (b) 390.63 J
(c) 0.73 J (d) 585.94 J
সমাধান: (d); $E_k = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$
$= \frac{1}{2}m\omega^2r^2 + \frac{1}{2}mk^2\omega^2 = \frac{1}{2}m(r^2 + k^2)\omega^2$
$= \frac{1}{2}m\left(r^2 + \frac{1}{2}r^2\right)\omega^2 = \frac{1}{2} \times \frac{3}{2}mr^2\omega^2 = 585.94J$

29. v = দ্রুতি, r = ব্যাসার্ধ, g = অভিকর্ষজ ত্বরণ হলে নিচের কোন রাশিটি মাত্রাহীন? **[Ans. d]**
(a) $\frac{v^2r}{g}$ (b) $\frac{v^2g}{r}$ (c) v^2rg (d) $\frac{v^2}{rg}$

30. একটি ঘূর্ণায়মান পিতলের বলের ভর 20 g। ঘূর্ণন অক্ষ হতে এর দূরত্ব 1 m। অক্ষ সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক কত? **[Ans. c]**
(a) $0.03 kgm^{-2}$ (b) $0.05 kgm^{-2}$
(c) $0.02 kgm^{-2}$ (d) $0.04 kgm^{-2}$

31. বলের ভারসাম্য নির্দেশ করে- **[Ans. c]**



নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
6 kg ভরের একটি বন্দুক থেকে 10 g ভরের একটি বুলেট $300 ms^{-1}$ বেগে বের হয়ে গেল, বুলেটটি বের হওয়ার সময় একটি বল পেছনের দিকে ধাক্কা দিল।

32. বন্দুকের আদি ভরবেগ কত? **[Ans. d]**
(a) $0.4 kg ms^{-1}$ (b) $0.8 kg ms^{-1}$
(c) $0.18 kg ms^{-1}$ (d) $0 kg ms^{-1}$

33. বন্দুকটি কত বেগে পেছনে সরে আসবে? **[Ans. a]**
(a) $-0.5 ms^{-1}$ (b) $0.5 ms^{-1}$
(c) $5 ms^{-1}$ (d) $50 ms^{-1}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
পৃথিবী থেকে চাঁদের দূরত্ব $3.84 \times 10^5 km$ এবং চাঁদ পৃথিবীকে বৃত্তাকার কক্ষপথে 27.3 দিনে একবার প্রদক্ষিণ করে।

34. চাঁদের কৌণিক দ্রুতি-
(a) $2.85 rad s^{-1}$ (b) $2.66 \times 10^{-6} rad s^{-1}$
(c) $2.66 \times 10^5 rad s^{-1}$ (d) $2.85 \times 10^{-6} rad s^{-1}$
সমাধান: (b); $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{27.3 \times 24 \times 60 \times 60}$
$= 2.663 \times 10^{-6} rads^{-1}$

35. চাঁদের রৈখিক বেগ-
(a) $2.044 km s^{-1}$ (b) $1.55 km s^{-1}$
(c) $1.022 km s^{-1}$ (d) $5 \times 10^3 km s^{-1}$
সমাধান: (c);
$v = \omega r = (2.66 \times 10^{-6} \times 3.84 \times 10^5) kms^{-1}$
$= 1.022 kms^{-1}$

36. কৌণিক বেগ ω- **[Ans. d]**
(i) $\omega = 2\pi n$ (ii) $\omega = \frac{v}{r}$ (iii) $\omega = \frac{2\pi}{T}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

37. কৌণিক গতি সূত্র সম্পর্কিত সমীকরণ- **[Ans. d]**
(i) $\tan\theta = \frac{v^2}{rg}$ (ii) $L = I\omega$ (iii) $\tau = I\alpha$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

38. কেন্দ্রমুখী বল- **[Ans. b]**
(i) একটি কার্যহীন বল
(ii) এটি বস্তুর গতিপথের দিকে ক্রিয়া করে
(iii) এর মান $\frac{mv^2}{r}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

ড. শাহজাহান তপন স্যার

01. নিচের কোনটি বলের একক প্রকাশ করে? **[Ans. d]**
(a) Nm (b) Nm^{-1} (c) $kgms^{-1}$ (d) $kgms^{-2}$

02. যখন কোনো ব্যবস্থার উপর প্রযুক্ত মোট বাহ্যিক বল শূন্য হয় তখন নিচের কোন রাশিটির কোনো পরিবর্তন হয় না? **[Ans. c]**
(a) বলের ঘাত (b) কৌণিক ভরবেগ
(c) রৈখিক ভরবেগ (d) গতিশক্তি

03. $20\ ms^{-1}$ বেগে চলমান $1000\ kg$ ভরের একটি ট্রাক $1500\ kg$ ভরের একটি স্থির ট্রাককে ধাক্কা দিয়ে একসাথে যুক্ত হয়ে যে বেগে চলতে থাকবে তা হলো–
(a) $12.5\ ms^{-1}$ (b) $10\ ms^{-1}$
(c) $8\ ms^{-1}$ (d) $7.5\ ms^{-1}$
সমাধান: (c); $m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$
$\Rightarrow 20000 + 1500 \times 0 = 2500v \therefore v = 8ms^{-1}$

04. একটি বল $4\ kg$ ভরের স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করায় বস্তুটি 6 সেকেন্ডে $30\ ms^{-1}$ বেগ প্রাপ্ত হয়। বলের মান কত?
(a) 30 N (b) 20 N
(c) 18 N (d) কোনোটিই নয়
সমাধান: (b); $F = ma = m\frac{v}{t} = \frac{mv}{t} = \frac{4\times30}{6} = 20N.$

05. জড়তার ভ্রামকের মাত্রা কোনটি? [Ans. a]
(a) $[ML^2]$ (b) $[ML^2T^{-2}]$
(c) $[M^2LT^{-1}]$ (d) $[ML^2T^{-3}]$

06. কোনো দৃঢ় বস্তুর চক্রগতির ব্যাসার্ধ কোনটি? [Ans. c]
(a) $K = \frac{I}{M}$ (b) $K = \frac{M}{I}$
(c) $K = \sqrt{\frac{I}{M}}$ (d) $K = \sqrt{\frac{M}{I}}$

07. একটি চাকার জড়তার ভ্রামক $2\ kgm^2$। চাকাটি মিনিটে 30 বার ঘুরছে। এর কৌণিক ভরবেগ কত?
(a) π (b) 2π (c) 3π (d) 4π
সমাধান: (b); $L = I\omega = I.\frac{2\pi N}{t} = 2 \times \frac{2\pi N}{t}$
$= 2 \times \frac{2\pi\times30}{60} = 2\pi.$

08. ঘূর্ণন গতিশক্তি E, জড়তার ভ্রামক I এবং কৌণিক বেগ ω এর মধ্যবর্তী সম্পর্ক কোনটি? [Ans. d]
(a) $E = I\omega$ (b) $E = I\omega^2$
(c) $E = \frac{1}{2}I\omega$ (d) $E = \frac{1}{2}I\omega^2$

09. M ভরের একটি বস্তু ধ্রুব বেগে X-অক্ষের সমান্তরালে গতিশীল। মূলবিন্দুর সাপেক্ষে এর কৌণিক ভরবেগ– [Ans. a]
(a) শূন্য (b) ধ্রুব থাকে
(c) বেড়ে যায় (d) কমে যায়

10. যদি অবস্থান ভেক্টর $\vec{r}$ ভরবেগে $\vec{P}$ এবং প্রযুক্ত বল $\vec{F}$ হয়, তবে কৌণিক ভরবেগ $\vec{L}$ ও টর্ক $\vec{\tau}$ এর রাশি $(\vec{L}, \vec{\tau})$ অনুযায়ী- [Ans. b]
(a) $(\vec{r}\times\vec{F}, \vec{r}\times\vec{p})$ (b) $(\vec{r}\times\vec{p}, \vec{r}\times\vec{F})$
(c) $(\vec{F}\times\vec{r}, \vec{p}\times\vec{r})$ (d) $(\vec{p}\times\vec{F}, \vec{F}\times\vec{p})$

11. প্রোটন ও ইলেকট্রনের মধ্যে আকর্ষণের জন্য কোন মৌলিক বলটি দায়ী? [Ans. d]
(a) শক্তিশালী বল (b) মাধ্যাকর্ষণ বল
(c) দুর্বল নিউক্লিয় বল (d) তাড়িতচৌম্বক বল

12. $2\ ms^{-2}$ ত্বরণে উপরে উঠন্ত একটি লিফটে একটি লোক দাঁড়ানোর ফলে উর্ধ্বমুখী বল 1180 N হলে লোকটির ভর হবে-
(a) 50 kg (b) 100 kg
(c) 60 kg (d) কোনোটিই নয়
সমাধান: (b); $1180 = m(g + a)$
$\Rightarrow m = \frac{1180}{9.8+2} = 100\ kg.$

13. একটি লৌহবলয় একটি অনুভূমিক মসৃণ তলে ω সমকৌণিক বেগে গড়িয়ে চলছে। এর ভর M এবং ব্যাসার্ধ r। বলয়টির মোট গতিশক্তি নির্ণয় কর। [Ans. b]
(a) $\frac{1}{2}Mr\omega^2$ (b) $Mr^2\omega^2$ (c) $Mr^2\omega$ (d) $\frac{1}{4}Mr\omega^2$

14. একজন নৃত্যশিল্পী I জড়তার ভ্রামক নিয়ে একটি উলম্ব অক্ষের চারদিকে $20\ rads^{-1}$ কৌণিক বেগে ঘুরছে। যদি সে হঠাৎ করে কৌণিক বেগ পরিবর্তন করে $10\ rads^{-1}$ হয়, তবে নতুন জড়তার ভ্রামক কত হবে?
(a) 2I (b) $\frac{I}{2}$ (c) 3I (d) $\frac{I}{3}$
সমাধান: (a); $\frac{I_2}{I_1} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \Rightarrow I_2 = \frac{20}{10}I_1 = 2I_1.$

15. m ভরের একটি বস্তু r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে সমদ্রুতিতে চলছে। বৃত্তাকার গতির পর্যায়কাল T, বস্তুটির উপর কেন্দ্রমুখী বলের মান কত? [Ans. a]
(a) $\frac{4\pi^2mr}{T^2}$ (b) $\frac{4\pi^2mr^2}{T}$ (c) $\frac{4\pi mr^2}{T^2}$ (d) πmr^2

16. 4 kg ও 6 kg ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে $10\ ms^{-1}$ এবং $5\ ms^{-1}$ বেগে একই দিকে গতিশীল। পরস্পর ধাক্কা খাওয়ার পর বস্তু দুটি যুক্ত অবস্থায় চলতে থাকলে, যুক্ত বস্তুর বেগ কত? [Ans. b]
(a) $10\ ms^{-1}$ (b) $7\ ms^{-1}$ (c) $6\ ms^{-1}$ (d) $4\ ms^{-1}$

17. 1000 kg ভরের একটি উড়োজাহাজ স্থির বেগে সোজা পথে উড্ডয়ন করছে। বাতাসের ঘর্ষণ বল 1800 N, উড়োজাহাজটির উপর প্রযুক্ত নিট বল হবে-
(a) 0 N (b) 11800N (c) 1800 N (d) 9800 N
সমাধান: (a); যেহেতু বেগ স্থির তাই ত্বরণ শূন্য।
$\Sigma F = ma = 0\ N.$

18. অনুভূমিক মেঝেতে স্থিরাবস্থায় 800 N ওজনের একটি ঝুড়িকে সরাতে কমপক্ষে 200 N অনুভূমিক ধাক্কার প্রয়োজন। স্থিরাবস্থায় ঘর্ষণ সহগের মান-
(a) 0.25 (b) 0.125 (c) 0.50 (d) 4.00
সমাধান: (a); $\mu_s = \frac{R}{W} = \frac{200}{800} = 0.25.$

19. একটি লিফট $15ms^{-1}$ বেগে উপরে উঠছে। 60 kg ভরের একজন মানুষ লিফটে অবস্থান করলে লিফটের উপর তার প্রতীয়মান ওজন হবে-
(a) 588 N (b) 900 N (c) 750 N (d) 800 N
সমাধান: (a); প্রতীয়মান ওজন $= 60 \times 9.8 = 588N.$

20. একটি লিফট $1\ ms^{-2}$ ত্বরণে নিচে নামছে। লিফটের মধ্যে দাঁড়ানো একজন ব্যক্তির ভর 65 kg হলে তিনি যে বল অনুভব করবেন- **[Ans. b]**

(a) 350 N (b) 572 N (c) 250 N (d) 637 N

21. 3 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 10N বল প্রয়োগ করলে বস্তুটি $3\ ms^{-2}$ ত্বরণে চলতে থাকে। বস্তুটির উপর কত ঘর্ষণ বল ক্রিয়া করছে?

(a) 16 N (b) 13 N (c) 6 N (d) 1 N

সমাধান: (d); $f_k = F - mg = 10 - 3 \times 3 = 1$ N.

22. সমত্বরণে চলমান একটি গাড়ির বেগ পূর্বের আদিবেগের 3 গুণ করা হলে গাড়িটি থামাতে পূর্বের কত গুণ দূরত্বের প্রয়োজন হবে?

(a) $\frac{1}{9}$ (b) $\frac{1}{3}$ (c) 3 (d) 9

সমাধান: (d); ১ম ক্ষেত্রে, $s_1 = \frac{-u_1^2}{2a} \because v = 0 \ldots\ldots\ldots (i)$

২য় ক্ষেত্রে, $s_2 = \frac{-u_2^2}{2a} \because v = 0 \ldots\ldots\ldots (ii)$

(ii ÷ i) করে পাই, $\frac{s_2}{s_1} = \frac{-u_2^2}{-u_1^2} = \frac{(-3u_1)}{u_1^2} = 9\frac{u_1^2}{u_1^2} = 9$

$\therefore s_2 = 9s_1$.

23. 16 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর 4 s ব্যাপী 8 N বল প্রযুক্ত হলো উক্ত বস্তুর বেগের পরিবর্তন হবে-

(a) $0.5\ ms^{-1}$ (b) $2.0\ ms^{-1}$
(c) $4.0\ ms^{-1}$ (d) $8.0\ ms^{-1}$

সমাধান: (b); $\Delta v = \frac{F\times t}{m} = \frac{8\times 4}{16} = 2\ ms^{-1}$.

24. যদি 5 kg ভরের একটি বন্দুক থেকে 20 g ভরের একটি গুলি $1000\ ms^{-1}$ বেগে ছোঁড়া হয় তবে বন্দুকের পশ্চাৎবেগ কত?

(a) $4\ ms^{-1}$ (b) $4000\ ms^{-1}$
(c) $40\ ms^{-1}$ (d) $4\ cms^{-1}$

সমাধান: (a); $V = \frac{mv}{M} = \frac{0.02\times 1000}{5} = 4\ ms^{-1}$.

25. 10 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 2 F মানের বল প্রয়োগ করার ফলে বস্তুটির ত্বরণ হয় $60ms^{-2}$। M ভরের একটি বস্তুর উপর 5 F মানের বল প্রয়োগ করার ফলে যদি বস্তুটির ত্বরণ $50\ ms^{-2}$ হয়, তবে ভর M কত?

(a) 3.3 kg (b) 4.8 kg (c) 21 kg (d) 30 kg

সমাধান: (d); $\frac{F_2}{F_1} = \frac{m_2 a_2}{m_1 a_1} \Rightarrow m_2 = \frac{5\times 10\times 60}{2\times 50} = 30$ kg.

26. নিজ ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে দুটি বস্তুর জড়তার ভ্রামক যথাক্রমে I এবং 2I। যদি তাদের ঘূর্ণন গতিশক্তি সমান হয়, তাদের কৌণিক ভরবেগের অনুপাত কত?

(a) 1 : 2 (b) $\sqrt{2}$: 1 (c) 1 : $\sqrt{2}$ (d) 2 : 1

সমাধান: (c); $\frac{L_1^2}{2I_1} = \frac{L_2^2}{2I_2} \therefore \frac{L_1}{L_2} = \sqrt{\frac{2I_1}{2I_2}} = \sqrt{\frac{2I}{2\times 2I}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

27. রেলপথ যেখানে বেঁকে গেছে, সেখানে বাঁকের বাইরের দিকের লাইনটিকে একটু উঁচু করা হয়। কোন বলের যোগান দিতে এটি করা হয়ে থাকে? **[Ans. a]**

(a) কেন্দ্রমুখী বল (b) ঘর্ষণ বল
(c) মহাকর্ষ বল (d) তাড়িতচৌম্বক বল

28. নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্রে দেখা যায় $m\vec{a} = k\vec{F}$; এখানে,

(i) k হচ্ছে একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক **[Ans. d]**
(ii) k-এর মান রাশিগুলোর এককের ওপর নির্ভর করে
(iii) k-এর মান SI পদ্ধতিতে 1

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

29. রাস্তার বাঁকে সাইকেল চালানোর সময় আরোহীর নতি কোণ হবে- **[Ans. a]**

(i) $\theta = \tan^{-1}\frac{v^2}{rg}$ (ii) $\theta = \tan^{-1}\frac{\omega^2 r}{g}$
(iii) $\theta = \sin^{-1}\frac{v}{rg}$

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

30. দুটি বস্তুর মধ্যে সংঘর্ষ হলে এদের- **[Ans. d]**

(i) প্রত্যেকের ভরবেগের পরিবর্তন ঘটে
(ii) মোট ভরবেগের কোনো পরিবর্তন ঘটে না
(iii) এদের প্রত্যেকের ওপর ঘাত বল ক্রিয়া করে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

ড. তফাজ্জল হোসেন স্যার

01. কৌণিক ভরবেগ কিসের সমান? **[Ans. c]**

(a) ভরবেগ (b) বল
(c) ভরবেগের ভ্রামক (d) টর্ক

02. রৈখিক বেগ, কৌণিক বেগ ও বৃত্তের ব্যাসার্ধের মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? **[Ans. d]**

(a) $\omega = vr$ (b) $\omega = \frac{r}{v}$
(c) $v = \omega^2 r$ (d) $v = \omega r$

03. রৈখিক গতির ক্ষেত্রে ভরের যে ভূমিকা, ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে কিসের সে ভূমিকা? **[Ans. b]**

(a) ওজন (b) জড়তার ভ্রামক
(c) কৌণিক বেগ (d) কৌণিক ভরবেগ

04. একটি সুষম চাকতির অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক I হলে এর ব্যাসের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক হবে? **[Ans. c]**

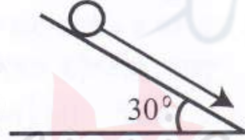
(a) 2I (b) I (c) $\frac{I}{2}$ (d) $\frac{I}{4}$

05. m_1 ভরের এবং v_1 বেগের একটি কণা একই ভরের স্থির আরেকটি কণাকে ধাক্কা দিল। ধাক্কাটি স্থিতিস্থাপক হলে, ধাক্কার পর দ্বিতীয় কণার বেগ হবে- **[Ans. b]**
(a) $2v_1$ (b) v_1 (c) $-v_1$ (d) 0

06. 10 N বল কোন বস্তুর উপর প্রযুক্ত হলে $5 m/s^2$ ত্বরণ সৃষ্টি হয়। $1 ms^{-2}$ ত্বরণ ঐ একই বস্তুতে তৈরি করতে হলে প্রযুক্ত বলের মান হবে-
(a) 1 N (b) 2 N (c) 5 N (d) 50 N
সমাধান: (b); $F = ma$
$\therefore \frac{F_1}{F_2} = \frac{a_1}{a_2} \Rightarrow F_2 = \frac{a_2}{a_1} \times F_1 = \frac{1}{5} \times 10 = 2$ N.

07. 2×10^3 kg ভরের একটি গাড়ি 30 m ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার পথে $12 ms^{-1}$ সমদ্রুতিতে ঘুরছে; ত্বরণের দিক- **[Ans. d]**
(a) কেন্দ্রের দিকে
(b) কেন্দ্রের বাইরের দিকে
(c) বৃত্তের স্পর্শক বরাবর
(d) কেন্দ্র ও স্পর্শকের দিক বরাবর

08. একটি পাতলা সুষম বৃত্তাকার আংটি একটি আনত তলে গড়িয়ে নামছে। যদি তলের আনতি ভূমির সাথে 30° হয় তবে আংটিটির অভিকর্ষীয় ত্বরণ হবে- **[Ans. a]**
(a) $g2^{-1}$ (b) $g3^{-1}$ (c) $g4^{-1}$ (d) $2g3^{-1}$



সমাধান: (a); $g \sin 30 = g2^{-1}$

09. যদি কোন বস্তু তার ভরকেন্দ্রগামী রেখার সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান হয় তাহলে বস্তুটির কৌণিক ভরবেগের দিক যে বরাবর হবে তা হল- **[Ans. a]**
(a) ব্যাসার্ধ (b) স্পর্শক
(c) পরিধি (d) ঘূর্ণন অক্ষ

10. 1 N বল — নিচের- **[Ans. c]**
(a) 1 kg × g (b) 1 kg × 1 m
(c) $1 kg \times 1 ms^{-2}$ (d) $1 kgms^{-1}$

11. ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল - **[Ans. d]**
(i) দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়া করে
(ii) পরস্পরের বিপরীতমুখী (iii) এদের যোগফল শূন্য
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) iii (d) i, ii, iii

12. যখন বাতাসে থাকা অবস্থায় কোন নিক্ষিপ্ত বোমা বিস্ফোরিত হয় তখন এর - **[Ans. b]**
(i) ভরবেগ বৃদ্ধি পায় (ii) ভরবেগ স্থির থাকে
(iii) গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

13. অভ্যন্তরীণ বলসমূহ কোন বস্তুকণাসমূহে ক্রিয়া করলে যার পরিবর্তন হতে পারে তা হল- **[Ans. b]**
(i) গতিশক্তি (ii) যান্ত্রিক শক্তি (iii) ভরবেগ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

14. একটি গতিশক্তি বস্তু তার চলার পথে অন্য একটি স্থির বস্তুর সাথে সংঘর্ষ করে। এর ফলে যা হতে পারে - **[Ans. d]**
(i) উভয় বস্তুই স্থির হবে (ii) উভয় বস্তুই গতিশীল হবে
(iii) গতিশীল বস্তু স্থির এবং স্থির বস্তু গতিশীল হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও :
4 kg ভরবিশিষ্ট একটি বস্তুর উপর 40 N বল 10 sec ধরে ক্রিয়া করে।

15. বস্তুটির ভরবেগের পরিবর্তন - **[Ans. c]**
(a) 40 kg.m/s (b) 50 kg.m/s
(c) 400 kg.m/s (d) 4 kg.m/s

16. যদি বস্তুর ভর 8 kg হয় তাহলে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন হবে- **[Ans. b]**
(a) $800 kgms^{-1}$ (b) $400 kgms^{-1}$
(c) $200 kgms^{-1}$ (d) $320 kgms^{-1}$

MCQ: সম্ভাব্য নমুনা প্রশ্ন ও সমাধান

01. ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুকণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর ও রৈখিক ভরবেগের ভেক্টর গুণফলকে কী বলে? **[Ans: b]**
(a) টর্ক (b) কৌণিক ভরবেগ
(c) জড়তার ভ্রামক (d) চক্রগতির ব্যাসার্ধ

02. তড়িৎ চুম্বকীয় বল কোন কণার পারস্পরিক বিনিময়ের ফলে কার্যকর হয়? **[Ans: a]**
(a) ফোটন (b) মেসন (c) প্রোটন (d) গ্রাভিটন

03. 5g ভরের একটি বস্তুকে 2m লম্বা সুতার প্রান্তে বেঁধে $44 rads^{-1}$ এ ঘুরালে সুতার টান কত?
(a) 13.69N (b) 19.36N (c) 16.93N (d) 36.91N
সমাধান: (b); $m\omega^2 r = T$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
10^4kg জ্বালানিসহ একটি রকেটের ভর 1.5×10^4kg। রকেটের সাপেক্ষে $2000 ms^{-1}$ দ্রুতিতে জ্বালানি $200 kgs^{-1}$ হারে ব্যয় হয়। রকেটটি খাড়া উপর দিকে নিক্ষিপ্ত হলো।



04. রকেটের ধাক্কা–
(a) 5×10^3 N (b) 4×10^5N
(c) 5×10^{-3}N (d) 4×10^{-5}N
সমাধান: (b); $\frac{\Delta m}{\Delta t} = 200\ kgs^{-1}$; $v = 2000ms^{-1}$
$\therefore$ ধাক্কা, $F = \left(\frac{\Delta m}{\Delta t}\right) v = 200 \times 2000N = 4 \times 10^5N$

05. রকেটটির ত্বরণ বেশি হবে- **[Ans: c]**
(i) গ্যাসের আপেক্ষিক বেগ বেশি হলে
(ii) গ্যাস নির্গমনের হার বেশি হলে
(iii) রকেটের মোট ভর বেশি হলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) ii (b) i, iii (c) i, ii (d) iii

06. কোনো বস্তুর ভরবেগ $40kgms^{-1}$ বলতে বোঝায়– **[Ans:b]**
(i) বস্তুর ভর 1kg হলে এর বেগ $40ms^{-1}$
(ii) বস্তুর ভর 40kg হলে এর বেগ $10ms^{-1}$
(iii) বস্তুর ভর 6.3kg হলে এর বেগ $6.36ms^{-1}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i,ii, iii

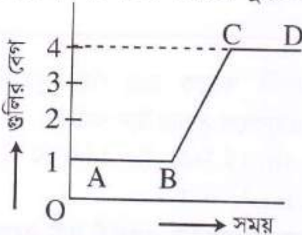
07. কোনো একটি অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণনরত বস্তুর ঘূর্ণন গতির পরিবর্তনকে বাধা দেওয়ার প্রয়াস কোনটি? **[Ans: c]**
(a) মোট ভর (b) আয়তন
(c) জড়তার ভ্রামক (d) কৌণিক ভরবেগ

08. একটি L দৈর্ঘ্যের সুষম দণ্ডের মধ্যবিন্দু দিয়ে এবং দৈর্ঘ্যের লম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে দণ্ডটির চক্রগতির ব্যাসার্ধ কত? **[Ans: b]**
(a) $\frac{L}{12}$ (b) $\frac{L}{\sqrt{12}}$ (c) $\frac{L}{\sqrt{3}}$ (d) $\sqrt{\frac{2}{5}}\,L$

09. জড়তার ভ্রামক- **[Ans: b]**
(i) বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে
(ii) বস্তুর কৌণিক বেগের উপর নির্ভর করে
(iii) ঘূর্ণন অক্ষের উপর নির্ভর করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

10. কোনো ধরনের কণার পারস্পরিক বিনিময়ে দুর্বলতম মৌলিক বলের উৎপত্তি? **[Ans: a]**
(a) গ্র্যাভিটন (b) ফোটন (c) প্রোটন (d) মেসন

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



11. CD অংশে গুলির ভরবেগ হবে AB অংশের ভরবেগের –
(a) সমান (b) দ্বিগুণ (c) চারগুণ (d) ষোল গুণ
সমাধান: (c); $p \propto v \therefore \frac{p_{CD}}{p_{AB}} = \frac{v_{CD}}{v_{AB}} = \frac{4}{1} \therefore p_{CD} = 4p_{AB}$

12. টর্কের মাত্রা হলো– **[Ans: c]**
(a) MLT^{-2} (b) ML^2T^{-1} (c) ML^2T^{-2} (d) ML^2T^{-3}

13. $20ms^{-1}$ বেগে গতিশীল কোনো একটি বস্তুর গতিশক্তির মান 190J হলে বস্তুটির ভরবেগ কত?
(a) $18kgms^{-1}$ (b) $19kgms^{-1}$
(c) $28kgms^{-1}$ (d) $29kgms^{-1}$
সমাধান: (b); $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
$\Rightarrow mv = \frac{2E_k}{v} = \frac{2 \times 190}{20} = 19\ kgms^{-1}$

14. কোনো কণার উপর প্রযুক্ত নিট টর্ক শূন্য হলে কণাটির কৌণিক ভরবেগ– **[Ans: c]**
(a) বাড়ে (b) কমে
(c) সংরক্ষিত থাকে
(d) বাড়তেও পারে কমতেও পারে

15. একটি চাকার ভর 10kg এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.5m। চাকাটির জড়তার ভ্রামক কত?
(a) $25\ kgm^2$ (b) $2.5\ kgm^2$
(c) $0.25\ kgm^2$ (d) $50\ kgm^2$
সমাধান: (b); $MK^2 = 10 \times (0.5)^2 = 2.5\ kgm^2$

16. কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র হচ্ছে – **[Ans: a]**
(a) $\sum \vec{L}$ = ধ্রুবক (b) $\sum \vec{P}$ = ধ্রুবক
(c) $\sum \vec{F}$ = ধ্রুবক (d) $\sum \vec{\tau}$ = ধ্রুবক

17. m ভর ও r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার রিং কেন্দ্রীয় অক্ষের সাপেক্ষে ঘুরছে। গতিশক্তি কত?
(a) $mr\omega^2$ (b) $\frac{1}{2}mr\omega^2$ (c) $mr^2\omega$ (d) $\frac{1}{2}mr^2\omega^2$
সমাধান: (d); $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2} \times mr^2 \times \omega^2 = \frac{1}{2}mr^2\omega^2$

18. নিচের কোনো রাশিদ্বয়ের মাত্রা অভিন্ন? **[Ans: a]**
(a) কাজ ও টর্ক
(b) বলের ভ্রামক ও জড়তার ভ্রামক
(c) কৌণিক ভরবেগ ও রৈখিক ভরবেগ
(d) সান্দ্রবল ও সান্দ্রতার সহগ

19. টর্কের ক্ষেত্রে– **[Ans: a]**
(i) ঘূর্ণন প্রবণতা সৃষ্টি করে (ii) একক হলো Nm
(iii) $\vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{r}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

20. জড়তার একক কোনটি? **[Ans: a]**
(a) kg (b) m (c) ms^{-1} (d) $kgms^{-1}$

21. 2kg ভরের বস্তুকে $5ms^{-2}$ ত্বরণে গতিশীল করতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? [মোট ঘর্ষণ বল $F_1 = 5N$]
(a) 10N (b) 5N (c) 15N (d) 20N
সমাধান: (c); $F_{net.} = F_{ext.} - F_k \Rightarrow (2 \times 5)$
$= F_{ext.} - 5 \therefore F_{ext.} = 15N$

22. নিচের কোনটি ভুল? **[Ans: d]**
(a) $\vec{J} = \Delta\vec{P}$ (b) $\vec{J} = m\Delta\vec{V}$ (c) $\vec{J} = \vec{F}\Delta t$ (d) $\vec{J} = \Delta\vec{V}t$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
রাফি পরীক্ষাগারে 1m দৈর্ঘ্য এবং 2kg ভরের একটি সরু ও সুষম দণ্ডের মধ্যবিন্দু ও দৈর্ঘ্যের সাথে লম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে এবং পরবর্তীতে ঐ একই দণ্ডের প্রান্ত দিয়ে এবং দৈর্ঘ্যের লম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক এবং চক্রগতির ব্যাসার্ধ নির্ণয় করল।

23. রাফি প্রথম ক্ষেত্রে দণ্ডটির জড়তার ভ্রামক কত নির্ণয় করেছিল?
(a) $0.167\ kgm^2$ (b) $0.67\ kgm^2$
(c) $1\ kgm^2$ (d) $2\ kgm^2$
সমাধান: (a); $I = \frac{M}{12}l^2 = \frac{2}{12}(1)^2 = 0.167\ kgm^2$

24. ঘূর্ণন অক্ষ প্রান্তে হলে চক্রগতির ব্যাসার্ধ প্রথম ক্ষেত্রের–
(a) $\frac{1}{4}$ গুণ (b) 2 গুণ (c) 12 গুণ (d) 36 গুণ
সমাধান: (b); ঘূর্ণন অক্ষ প্রান্তে হলে, $K_2 = \frac{1}{\sqrt{3}}$; ঘূর্ণন অক্ষ মধ্যবিন্দুতে $k_1 = \frac{1}{2\sqrt{3}}$ $\therefore \frac{K_2}{K_1} = \frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = 2$

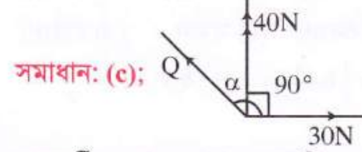
25. m ও 2m ভরের দুটি গতিশীল বস্তুর গতিশক্তি একই হলে তাদের রৈখিক ভর বেগের অনুপাত কত?
(a) 1:4 (b) $1:\sqrt{2}$ (c) 1:1 (d) 4:1
সমাধান: (b); $1 = \frac{p_1^2}{2m} : \frac{p_2^2}{2\times2m} \Rightarrow p_1:p_2 = 1:\sqrt{2}$

26. চিত্রে একটি বস্তু O বিন্দুগামী অক্ষের চারদিকে ঘুরতে পারে। বস্তুটিতে ঘড়ির কাঁটার দিকে O থেকে d_1 দূরত্বে F_1 বল এবং ঘড়ির কাঁটার বিপরীতে O থেকে d_2 দূরত্বে F_2 বল প্রয়োগ করা হল। বস্তুটি ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘুরবে যখন– **[Ans: b]**
(a) $F_1d_1 > F_2d_2$ হয় (b) $F_1d_1 < F_2d_2$ হয়
(c) $F_1d_1 = F_2d_2$ হয় (d) $F_1d_2 > F_2d_1$ হয়

27. বর্ষাকালে চলন্ত গাড়ির চাকা থেকে কাদা ছিটকে পড়ে কেন? **[Ans: b]**
(a) কেন্দ্রমুখী বলের জন্য (b) কেন্দ্রবিমুখী বলের জন্য
(c) স্পর্শকীয় বলের জন্য (d) লব্ধি বলের জন্য

28. সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুর ঘূর্ণন ব্যাসার্ধ দ্বিগুণ হলে কৌণিক ভরবেগ কতগুণ হবে?
(a) 2 (b) 4 (c) 6 (d) 8
সমাধান: (b); $L \propto I \Rightarrow L \propto r^2 \Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = 2^2 = 4$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
দুটি বলের লব্ধির মান 40N । বল দুইটির মধ্যে ছোট বলটির মান 30N এবং এটি লব্ধি বলের লম্ব বরাবর ক্রিয়া করে।

29. বড় বলটির মান কত?
(a) 10N (b) 20N (c) 50N (d) 70N
সমাধান: (c);


মধ্যবর্তী কোণ α ও বড় বলটি Q হলে, বলের সাইন সূত্র অনুযায়ী, $\frac{30}{\sin(\alpha-90°)} = \frac{Q}{\sin 90°} = \frac{40}{\sin\alpha} \Rightarrow \frac{30}{-\cos\alpha} = \frac{40}{\sin\alpha}$
$\Rightarrow \tan\alpha = -\frac{4}{3} \Rightarrow \alpha = 126.8°$ $\therefore Q = \frac{40}{\sin(126.8°)} = 50N$
বিকল্প: $R^2 = P^2 - Q^2$
$\Rightarrow P^2 = R^2 + Q^2 = 40^2 + 30^2$ $\therefore P = 50N$

30. বলদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ কত? **[Ans: d]**
(a) 101.3° (b) 112.2° (c) 123.6° (d) 126.8°
সমাধান: (d); $\cos^{-1}\left(\frac{-30}{50}\right) = 126.8°$

31. কৌণিক ত্বরণের মাত্রা – **[Ans: d]**
(a) [T] (b) $[MLT^{-1}]$
(c) $[MLT^{-2}]$ (d) $[T^{-2}]$

32. বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে কী বলে? **[Ans: d]**
(a) ঘাতবল (b) টর্ক (c) কাজ (d) বলের ঘাত

33. 4kg ও 6kg ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে $10ms^{-1}$ এবং $5ms^{-1}$ বেগে একই দিকে চলার সময় একে অপরকে ধাক্কা দিল। ধাক্কার পর একত্রে যুক্ত হয়ে চললে কত বেগ প্রাপ্ত হবে?
(a) $7ms^{-1}$ (b) $5ms^{-1}$ (c) $6ms^{-1}$ (d) $4ms^{-1}$
সমাধান: (a); $4 \times 10 + 6 \times 5 = 10v \Rightarrow v = 7ms^{-1}$

34. কোনো বস্তুর বেগের দিকের লম্ব বরাবর ধ্রুব বল প্রয়োগ করা হলে এর বেগের- **[Ans: b]**
(i) মানের কোনো পরিবর্তন হয় না
(ii) দিকের পরিবর্তন হয় না (iii) দিকের পরিবর্তন হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

35. পাতলা বৃত্তাকার চাকতির কেন্দ্রগামী লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ হলো – **[Ans: b]**
(a) $K = \frac{1}{\sqrt{12}}$ (b) $K = \frac{r}{\sqrt{2}}$ (c) $K = \frac{1}{\sqrt{3}}$ (d) $K = \frac{r}{\sqrt{12}}$

36. ব্যাসার্ধ ভেক্টর $\vec{r} = 2\hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k}$ ও বল ভেক্টর $\vec{F} = 2\hat{i} + 2\hat{j} + 2\hat{k}$ হলে, টর্ক $\vec{\tau} = ?$
(a) $2\hat{i} + 2\hat{k}$ (b) $2\hat{i} - 2\hat{j}$ (c) $2\hat{j} - 2\hat{k}$ (d) $2\hat{i} - 2\hat{k}$
সমাধান: (d); $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 2 & 3 & 2 \\ 2 & 2 & 2 \end{vmatrix} = 2\hat{i} - 2\hat{k}$

37. কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল ধ্রুব থাকলে ভর ও ত্বরণের ক্ষেত্রে – **[Ans: a]**
(i) ভর যত বেশি হবে ত্বরণ তত কম হবে
(ii) ভর যত কম হবে ত্বরণ তত বেশি হবে
(iii) ভরের সমান ত্বরণ হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

38. একক কৌণিক বেগে ঘূর্ণনরত বস্তুর জড়তার ভ্রামক গতিশক্তির-

(a) দ্বিগুণ (b) তিনগুণ (c) সমান (d) চারগুণ

সমাধান: (a); $E = \frac{1}{2}I\omega^2; \omega = 1$ হলে, $E = \frac{I}{2}$

$\Rightarrow I = 2E$

39. একটি ঘড়ির সেকেন্ডের কাঁটার কৌণিক কম্পাঙ্ক কত হবে? [Ans: b]

(a) 0.017 rads^{-1} (b) 0.105 rads^{-1}

(c) 60 rads^{-1} (d) 3.14 rads^{-1}

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

10gm ভরের একটি পিংপং বলকে 10cm দৈর্ঘ্যের একটি সুতার এক প্রান্তে বেঁধে 10ms^{-1} বেগে একটি উল্লম্ব বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হচ্ছে। [$g = 10\text{ms}^{-2}$ ধর]

40. সর্বনিম্ন বিন্দুতে সুতার টান কত?

(a) 7N (b) 10.9N (c) 10.1N (d) 100N

সমাধান: (c); সর্বনিম্ন বিন্দুতে টান $m\left(\frac{v^2}{r} + g\right)$

$= 0.01\left(\frac{10^2}{0.1} + 10\right) = 10.1 \text{ N}$

41. সর্বোচ্চ বিন্দুতে সুতার টান কত?

(a) 100N (b) 10.1N (c) 100.1N (d) 9.9N

সমাধান: (d); সর্বোচ্চ বিন্দুতে, $= m\left(\frac{v^2}{r} - g\right)$

$= 0.01\left(\frac{10^2}{0.1} - 10\right) = 9.9\text{N}$

42. ঘূর্ণনরত বস্তুর ব্যাসার্ধ ভেক্টর এবং রৈখিক ভরবেগের গুণফলকে বলা হয়– [Ans: d]

(a) টর্ক (b) চক্রগতির ব্যাসার্ধ

(c) জড়তার ভ্রামক (d) কৌণিক ভরবেগ

43. জড়তার ভ্রামকের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য- [Ans: b]

(i) গোলকের মধ্যবিন্দুর সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক $\frac{ML^2}{12}$

(ii) সুষম দণ্ডের প্রান্ত বিন্দু দিয়ে ঘূর্ণায়মান অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক $\frac{ML^2}{3}$

(iii) নিরেট সিলিন্ডারের জড়তার ভ্রামক $\frac{1}{2}Mr^2$

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) ii (d) i, iii

44. কোনো বস্তুর ভরবেগ 20% বৃদ্ধি করলে গতি শক্তি কত বৃদ্ধি পায়?

(a) 36% (b) 40% (c) 44% (d) 80%

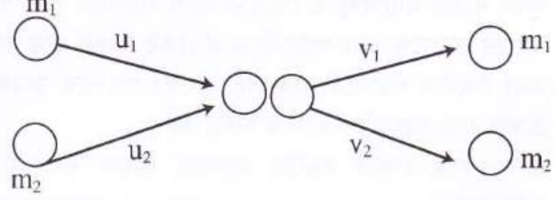
সমাধান: (c); $E_k \propto p^2 \Rightarrow \frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = \frac{P_2^2}{P_1^2} \Rightarrow \frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = \left(\frac{120}{100}\right)^2$

$= 1.44 \therefore E_{k_2} = 1.44 \times E_{k_1}$

$\therefore$ গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় 44%।

45. উর্ধ্বগামী লিফটে দণ্ডায়মান একজন ব্যক্তি নিজেকে নিচের কোনো ক্ষেত্রে সবচেয়ে বেশি ভারী মনে করবে, যখন লিফটের ত্বরণ, a? [Ans: c]

(a) a = g (b) a < g (c) a > g (d) a ≤ g

46. 

উদ্দীপকের সংঘর্ষটিতে $\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2$

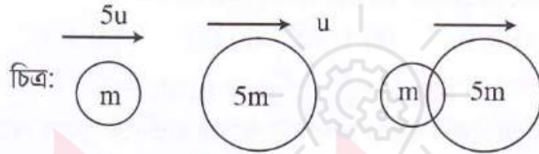
$= \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$ হলে সংঘর্ষটি – [Ans: a]

(a) স্থিতিস্থাপক (b) অস্থিতিস্থাপক

(c) একমাত্রিক (d) বিক্ষিপ্ত সংঘর্ষ

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

কোনো একটি সরলরেখায় 5u বেগে চলমান m ভরের একটি বস্তু একই সরলরেখায় u বেগে চলমান 5m ভরের অপর একটি বস্তুকে ধাক্কা দিল এবং ধাক্কার পর বস্তু দুটি একটি দিকে যুক্ত অবস্থায় চলতে থাকল।

চিত্র: 

47. যুক্ত অবস্থায় বস্তু দুইটির বেগ কত?

(a) $\frac{3}{10}$u (b) $\frac{10}{6}$u (c) u (d) $\frac{6}{5}$u

সমাধান: (b); $1 \times 5u + 5 \times 1u = v(5+1); \frac{10}{6}u = v$

48. এই সংঘর্ষের আগে এবং পরে- [Ans: d]

(a) গতিশক্তি এবং ভরবেগ উভয়ই স্থির থাকে

(b) ভরবেগ বৃদ্ধি পায় এবং গতিশক্তি স্থির থাকে

(c) গতিশক্তি এবং ভরবেগ উভয়ই হ্রাস পায়

(d) গতিশক্তি হ্রাস পায় এবং ভরবেগ স্থির থাকে

49. সমান ভরের দুটি বস্তুর মধ্যে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ হলে নিচের কোনটি সত্য? [এখানে ১ম বস্তুর আদি ও শেষ বেগ u_1 ও v_1 এবং ২য় বস্তুর আদি ও শেষ বেগ u_2 ও v_2।]

(a) $u_1 = v_2$ (b) $u_1 = v_1$ (c) $u_1 = u_2$ (d) $u_2 = v_2$

সমাধান: (a); $v_2 = \frac{m-m}{m+m}u_2 + \frac{2m}{m+m}u_1 \Rightarrow v_2 = u_1$

50. স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের ক্ষেত্রে সংরক্ষিত থাকে – [Ans: c]

(i) ভরবেগ (ii) যান্ত্রিক শক্তি (iii) গতিশক্তি

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i (b) i, ii (c) i, iii (d) i, ii, iii

জ্ঞানমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. বলের ঘাত কাকে বলে? [DB'22, 21; JB, Din.B'22; CB'19; JB'17]

উত্তর: কোনো বস্তুর ওপর প্রযুক্ত বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফল হলো বলের ঘাত।

02. স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ কাকে বলে? [DB'22; Din.B'22, 19; CB'19]

উত্তর: যেসব ধাক্কা বা সংঘর্ষে সংঘর্ষের পূর্বের গতিশক্তির সমষ্টি সংঘর্ষের পরের গতিশক্তির সমষ্টির সমান হয়, সেসব ধাক্কাকে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ বলে।

03. কৌণিক ভরবেগ কাকে বলে? [DB'22, 17; CB'21; BB'19]

উত্তর: কোনো নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুকণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর ও রৈখিক ভরবেগের ভেক্টর গুণফলকে কৌণিক ভরবেগ বলে। ঘূর্ণায়মান বস্তুর ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণন জড়তা ও কৌণিক বেগের গুণফলকে ঐ অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান বস্তুর কৌণিক ভরবেগ বলে।

04. রাস্তার ব্যাংকিং কী? [RB'22; CB'21]

উত্তর: বক্রপথে মোটর বা রেলগাড়ি চলার সময় একটি কেন্দ্রমুখী বলের প্রয়োজন। কেন্দ্রমুখী বলের অভাবে গতি জড়তার কারণে যানবাহন উল্টে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে। এই জড়তাকে প্রশমিত করতে বক্রপথে বাইরের রাস্তা ভিতর থেকে উঁচু রাখা হয় যাতে কেন্দ্রমুখী বল সৃষ্টি হয়। একেই রাস্তার ব্যাংকিং বলে।

05. টর্ক কী? [Ctg.B'22, 17; SB'22, 21, 19, 17, 16; CB'22,17; MB'22, 21; RB'21; Din.B'21, All B'18]

উত্তর: অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণনরত বস্তুর উপর যে বিন্দুতে বল ক্রিয়াশীল ঐ বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর ও প্রযুক্ত বলের ভেক্টর গুণফলকে টর্ক বলে। কোনো নির্দিষ্ট অক্ষের চারদিকে ঘূর্ণন করতে সক্ষম এমন বস্তুতে ত্বরণ সৃষ্টিতে প্রযুক্ত দ্বন্দ্বের ভ্রামককে টর্ক বা বলের ভ্রামক বলে।

06. ভারকেন্দ্র কী? [SB'22]

উত্তর: কোনো বস্তুর প্রতিটি কণার উপর ক্রিয়াশীল মাধ্যাকর্ষণ বলের লব্ধি ঐ বস্তুর যে বিন্দু দিয়ে যায় তাকে ঐ বস্তুর ভারকেন্দ্র বলে।

07. চক্রগতির ব্যাসার্ধ কী? [BB'22]

উত্তর: কোনো দৃঢ় বস্তুর সমগ্র ভর যদি একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত করা যায় যাতে করে একটি নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে ঐ কেন্দ্রীভূত বস্তুকণার জড়তার ভ্রামক, ঐ নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে সমগ্র দৃঢ় বস্তুর জড়তার ভ্রামকের সমান হয়, তাহলে ঐ নির্দিষ্ট অক্ষ থেকে কেন্দ্রীভূত বস্তুকণার লম্ব দূরত্বকে চক্রগতির ব্যাসার্ধ বলে।

08. জড়তার ভ্রামক কাকে বলে? [MB'22]

উত্তর: একটি দৃঢ় বস্তু কোনো একটি স্থির অক্ষের চারদিকে আবর্তিত হতে থাকলে ওই অক্ষের সাপেক্ষে বস্তুটির জড়তার ভ্রামক বলতে অক্ষ হতে প্রতিটি কণার দূরত্বের বর্গ ও এদের প্রত্যেকের ভরের গুণফলের সমষ্টিকে বুঝায়।

09. কেন্দ্রমুখী বল কাকে বলে? [Ctg.B'21]

উত্তর: যে বলের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু সমদ্রুতিতে বৃত্তপথে চলতে থাকে এবং যে বল সবসময় বস্তুর গতিপথের সঙ্গে লম্বভাবে ভেতরের দিকে অর্থাৎ কেন্দ্রাভিমুখে ক্রিয়া করে, তাকে কেন্দ্রমুখী বল বলে।

10. বল কী? [BB'21]

উত্তর: যে বাহ্যিক কারণ স্থির বস্তুকে গতিশীল বা গতিশীল বস্তুর গতীয় অবস্থার পরিবর্তন করতে চায় তাকে বল বলে।

11. মৌলিক বলের সংজ্ঞা দাও। [JB'21]

উত্তর: যে সকল বল অন্য কোনো বল থেকে উৎপন্ন হয় না বরং অন্যান্য বলের এ সকল বলের মাধ্যমে প্রকাশ ঘটে তাকে মৌলিক বল বলে।

12. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লিখ। [JB'21; Din.B'21]

উত্তর: যখন কোনো ব্যবস্থার উপর প্রযুক্ত বাহ্যিক বল শূন্য হয়, তখন ব্যবস্থাটির মোট ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে।

13. ব্যাংকিং কোণ কাকে বলে? [CB'21]

উত্তর: রাস্তার তল আনুভূমিক তলের সঙ্গে যে কোণ তৈরি করে তাকে ব্যাংকিং কোণ বলে।

14. কেন্দ্রবিমুখী বলের সংজ্ঞা দাও। [CB'21]

উত্তর: সমদ্রুতিতে বৃত্তাকার পথে আবর্তনরত বস্তুর উপর অভিকেন্দ্র বলের সমান ও বিপরীতমুখী অর্থাৎ কেন্দ্র থেকে বাইরের দিকে একটি অলীক বল ক্রিয়া করে। একে কেন্দ্রবিমুখী বল বলে।

15. দ্বন্দ্ব কী? [DB'19]

উত্তর: কোনো বস্তুর দুই প্রান্তে পরস্পর বিপরীতমুখী যে বলদ্বয় ক্রিয়া করে ঘূর্ণন সৃষ্টি করে তাদের দ্বন্দ্ব বলে।

16. নিট বল কী? [SB'19]

উত্তর: কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল সকল বলের লব্ধিই হল নিট বল।

17. অসংরক্ষণশীল বল কাকে বলে? [JB'19]

উত্তর: যে বল কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়া করলে তাকে যেকোনো পথ ঘুরিয়ে প্রাথমিক অবস্থায় আনলে ঐ বল কর্তৃক কৃতকাজ শূন্য হয় না তাকে অসংরক্ষণশীল বল বলে।

CQ: সম্ভাব্য জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. ঘাত বল কী?

উত্তর: খুব অল্প সময়ের জন্য খুব বড় মানের যে বল কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত হয় তাকে ঘাত বল বলে।

02. জড়তা কী?

উত্তর: জড়তা হচ্ছে কোনো বস্তুর তার স্থিতিশীল বা গতিশীল অবস্থার পরিবর্তনের বাধা দেওয়ার প্রবণতা।

অনুধাবনমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. **নরম মাটিতে লাফ দিলে আঘাত পাওয়ার সম্ভাবনা কম–ব্যাখ্যা কর।** **[DB'22]**

উত্তর: কোনো ব্যক্তি নরম মাটিতে লাফ দিলে মাটি ব্যক্তির উপর একটি প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। নরম মাটির দৃঢ়তা কম হওয়ায় প্রতিক্রিয়া বলের মান কম ও বলের ক্রিয়াকাল বেশি হয়। তাই নরম মাটিতে লাফ দিলে আঘাত পাওয়ার সম্ভাবনা কম।

02. **কৌণিক ভরবেগের দিক কীভাবে পাওয়া যায়- ব্যাখ্যা কর।** **[DB'22]**

উত্তর: ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক এবং কৌণিক বেগের গুণফলকে কৌণিক ভরবেগ বলে।

আমরা জানি, কৌণিক ভরবেগ, $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$; এখানে $\vec{r}$ ও $\vec{p}$ যে তলে অবস্থিত $\vec{L}$ এর দিকে হবে ঐ তলের লম্ব বরাবর। ক্রস গুণনের নিয়ম দ্বারা কৌণিক ভরবেগের দিক পাওয়া যায়।

03. **দরজার হাতল মাঝে না রেখে প্রান্তে রাখা হয় কেন?** **[RB'22]**

উত্তর: কোনো দরজা কত সহজে খোলা যাবে তা নির্ভর করে প্রযুক্ত টর্কের উপর। টর্কের সূত্র হতে আমরা জানি, $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$। নির্দিষ্ট কোণে বল প্রয়োগের ক্ষেত্রে, r তথা ঘূর্ণন অক্ষ থেকে বলের প্রয়োগ বিন্দুর দূরত্ব যত বেশি হবে, টর্কের পরিমাণ তত বেশি হবে। এজন্য টর্কের পরিমাণ বৃদ্ধিতে দরজার হাতল মাঝে না রেখে প্রান্তে রাখা হয়, যাতে কম বল প্রয়োগে দরজা খোলা যায়।

04. **ঘূর্ণনরত পৃথিবী সূর্য হতে দূরে সরে গেলে এর বেগ কমে যায় কেন? ব্যাখ্যা কর।** **[Ctg.B'22]**

উত্তর: সূর্য থেকে দূরে গেলে আহ্নিক গতি বাড়তে থাকে কিন্তু বার্ষিক গতি কমতে থাকে পৃথিবীর। এর কারণ পৃথিবীর কৌণিক ভরবেগ সবসময় একই থাকে। তাই দূরত্ব বাড়তে থাকলে বেগ কমতে থাকবে। কারণ কৌণিক ভরবেগ, $L = mvr$ বা $v = \frac{L}{mr}$ অর্থাৎ, $v \propto \frac{1}{r}$। তাই দূরত্ব বাড়তে থাকলে বেগ কমতে থাকবে।

05. **রাস্তার বাঁকে সাইকেল আরোহীকে ভেতরের দিকে হেলে বাঁক নিতে হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।** **[Ctg.B'22]**

উত্তর: রাস্তার বাঁকে সাইকেল আরোহী কেন্দ্রবিমুখী বলের কারণে যাতে ছিটকে না যায় তাই আরোহী ভিতরের দিকে হেলে সাইকেল চালায়। এতে ওজন এর উপাংশ $(mg \sin\theta)$ ভিতরের দিকে কাজ করে কেন্দ্রবিমুখী বলকে প্রশমিত করে।

06. **যে মৌলিক বল ঘর্ষণ বল সৃষ্টি করে তার সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও।** **[BB'22]**

উত্তর: ঘর্ষণ বল সৃষ্টির জন্য দায়ী মৌলিক বল হলো তাড়িতচৌম্বক বল।

দুটি আহিত কণা তাদের আধানের কারণে একে অপরের ওপর যে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল প্রয়োগ করে তাকে তাড়িতচৌম্বক বল বলে। সাধারণভাবে তড়িৎ প্রভাব ও চৌম্বক প্রভাব অবিচ্ছেদ্য হওয়ায় এটি তাড়িতচৌম্বক বল নামে পরিচিত। মহাকর্ষ বলের ন্যায় তাড়িতচৌম্বক বলের পাল্লাও অসীম পর্যন্ত বিস্তৃত এবং এ বলের ক্রিয়ার জন্য কোনো মাধ্যমেরও প্রয়োজন হয় না।

07. **সমবেগে উঠানামা করা লিফটের যাত্রীর ওজনের পরিবর্তন হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর।** **[JB'22]**

উত্তর: সমবেগে লিফট যখন ওঠানামা করে তখন লিফটে ত্বরণ থাকে না ফলে পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ এর সাথে কোনো লব্ধি সৃষ্টি হয় না। এজন্য অভিকর্ষজ ত্বরণ এর কোনো পরিবর্তন হয় না। আমরা জানি, লিফট-এ ওজন $W = m(g \pm a)$ লিফট সমবেগে চললে $a = 0$ তাহলে $W = m(g \pm 0) = mg$ অর্থাৎ, ওজনের কোনো পরিবর্তন হয় না।

08. **রাস্তার ব্যাংকিং এর প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর।** **[CB'22]**

উত্তর: বাঁকা পথে গাড়ি চলার সময় এর উপর ক্রিয়াশীল বস্তুর অভিমুখী জড়তা গাড়িটিকে ধাক্কা দিলে উল্টে ফেলতে পারে। এ জড়তা প্রতিহত করার জন্য গাড়িটিকে একটি কেন্দ্রমুখী বলের সৃষ্টি করতে হয়। এজন্য গাড়িটি কাত হওয়া প্রয়োজন। কিন্তু সমতলে গাড়ি কাত হলে বিপর্যয় ঘটবে। এ কারণেই রাস্তার বাঁকের ভিতরের প্রান্ত থেকে বাইরের প্রান্ত কিছুটা উঁচু করা হয় অর্থাৎ ব্যাংকিং এর প্রয়োজন হয়।

09. পৃথিবী নিজ অক্ষের সাপেক্ষে সমদ্রুতিতে আবর্তনরত হলেও সূর্যের চারপাশে নয়—ব্যাখ্যা কর। [CB'22]

উত্তর: পৃথিবী নিজ অক্ষের সাপেক্ষে সমদ্রুতিতে আবর্তনরত হলেও সূর্যের চারপাশে নয়। সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর প্রদক্ষিণের কক্ষপথ উপবৃত্তাকার হওয়ায় সূর্য থেকে পৃথিবীর দূরত্ব সর্বদা সমান থাকে না। কিন্তু পৃথিবীর কৌণিক ভরবেগ একই থাকে। তাই কৌণিক ভরবেগ ধ্রুবক রাখতে পৃথিবীর কৌণিক বেগ দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়। এজন্য সূর্যের চারপাশে পৃথিবীর দ্রুতি সমান থাকে না।

10. ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল পরস্পরকে প্রশমিত করে না—ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22]

উত্তর: ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার মান সমান ও দিক বিপরীত হওয়া সত্ত্বেও এরা একে অপরকে নিষ্ক্রিয় করে না। কেননা, নিউটনের তৃতীয় সূত্র অনুসারে, ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া সবসময়ই ভিন্ন ভিন্ন বস্তুর উপর কাজ করে। ফলে কোনো বস্তুর উপরই নিট বল শূন্য হয় না বা বল নিষ্ক্রিয় হয় না।

11. কোথায় বল প্রয়োগে দরজা দ্রুত খুলবে — ব্যাখ্যা কর। [MB'22]

উত্তর: কোনো দরজার উপর প্রযুক্ত বল ভিন্ন মানের কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করতে পারে-এটি নির্ভর করে বল কোথায় প্রয়োগ করা হয়েছে আর কোনো দিকে প্রয়োগ করা হয়েছে তার উপর। দরজার কবজার উপর সরাসরি প্রযুক্ত বল কোনো কৌণিক ত্বরণই সৃষ্টি করে না, আবার সেই একই মানের বল যদি দরজার বাইরের প্রান্তে দরজার সাথে লম্বভাবে প্রয়োগ করা হয়, তাহলে সর্বোচ্চ কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করে থাকে। সুতরাং দরজার এ ঘূর্ণন প্রক্রিয়া নির্ভর করে প্রযুক্ত বলের মান, ঘূর্ণন অক্ষ থেকে বলের প্রয়োগ বিন্দুর দূরত্ব আর কত কোণে বল প্রয়োগ করা হয়েছে তার উপর।

12. ব্যালে ড্যান্সের ক্ষেত্রে কৌণিক ভরবেগের প্রভাব ব্যাখ্যা কর । [MB'22]

উত্তর: ব্যালে ড্যান্সের ক্ষেত্রে ব্যালেরিনার শরীরের অঙ্গভঙ্গির পরিবর্তন এমনভাবে হতে থাকে যে, তার জড়তার ভ্রামক ও কৌণিক বেগের পরিবর্তন হয়। কিন্তু যেহেতু বাইরে থেকে কোনো বল তথা টর্ক প্রযুক্ত করা হয় না, তাই তার কৌণিক ভরবেগ ধ্রুব থাকে অর্থাৎ, তার জড়তার ভ্রামক ও কৌণিক বেগের গুণফল সবসময় একই থাকে।

13. ঘূর্ণনক্ষম কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক বেশি হলে কী হয়? ব্যাখ্যা কর। [DB'21]

উত্তর: ঘূর্ণনক্ষম কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক বেশি হলে বস্তুটির কৌণিক ভরবেগ, ঘূর্ণন গতিশক্তি বেশি হবে। ফলে এই ঘূর্ণনক্ষম বস্তুকে থামাতে বা ত্বরণ/মন্দন ঘটাতে বেশি পরিমাণ বলের প্রয়োজন হবে।

14. "গাড়ির চাকার নাট-বল্টু খোলার ক্ষেত্রে লম্বা হাতলযুক্ত যন্ত্র ব্যবহার সুবিধাজনক"–ব্যাখ্যা কর। [RB'21]

উত্তর: "গাড়ির চাকার নাট বল্টু খোলার ক্ষেত্রে লম্বা হাতলযুক্ত যন্ত্র ব্যবহার সুবিধাজনক"-বক্তব্যটি যথার্থ কারণ লম্বা হাতলে কম বল প্রয়োগে প্রয়োজনীয় টর্ক পাওয়া যায়, এখানে লিভারের নীতির প্রয়োগ দেখা যায়। $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \Rightarrow |\vec{\tau}| = rF\sin\theta = dF$।
অর্থাৎ, r বা d যত বেশি হবে, ততই বেশি টর্ক পাওয়া যাবে। আর ততই সহজে কম বল প্রয়োগে প্রয়োজনীয় টর্ক পাওয়া যাবে। চাকার নাট-বল্টুতে ঘূর্ণন সৃষ্টিতে যে ন্যূনতম টর্ক প্রয়োজন, তা পেতে খাটো হাতলের যন্ত্র (r বা d ছোট) তে অনেক বল (F) প্রয়োগ করতে হয়। কিন্তু লম্বা হাতল হলে কম F প্রয়োগে কাঙ্ক্ষিত টর্ক পাওয়া যায়। তাই লম্বা হাতল যুক্ত যন্ত্র ব্যবহার সুবিধাজনক।

15. বালির উপর দিয়ে হাঁটা কষ্টসাধ্য কেন? [Ctg.B'21]

উত্তর: বালিতে প্রতিক্রিয়া বল ও ঘর্ষণ বল কম, তাই বালিতে হাঁটা কষ্টকর। বালিতে হাঁটলে বালির দানাও সরে যায়, তাই পা কর্তৃক প্রযুক্ত বলের বিপরীত খুবই কম প্রতিক্রিয়া বল পাওয়া যায়। এছাড়াও বালি কণা সরে যাওয়ায় ঘর্ষণ ও কমে যায় আর ঘর্ষণ রাস্তায় grip ধরে রেখে হাঁটতে সাহায্য করে। আর সামনের দিকে প্রতিক্রিয়া বল কম হওয়ায় এগিয়ে যেতে অধিক বল প্রয়োগ করতে হয়। তাই বালিতে হাঁটা কষ্টসাধ্য।

16. একজন নৃত্যশিল্পী ঘূর্ণনের সময় দুই হাত ভাঁজ করে নেয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'21]

উত্তর: হাত ভাঁজ করলে জড়তার ভ্রামক কমে কিন্তু কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষণশীল থাকায় কৌণিক বেগ (ω) বৃদ্ধি পায়। ফলে দ্রুত ঘূর্ণন হয়। আমরা জানি, জড়তার ভ্রামক, $I = \int dm\, r^2$। হাত ভাঁজ করলে ভর কণাসমূহ ঘূর্ণন অক্ষের নিকটে অবস্থান করে, ফলে জড়তার ভ্রামক কমে। কিন্তু $L = I\omega = \text{constant}$ থাকে। I কমাতে $\omega(= 2\pi f)$ বেড়ে যায় অর্থাৎ ঘূর্ণন গতিবেগ ও কম্পাঙ্ক বাড়ে। ফলে দ্রুত ও সহজে ঘূর্ণন ঘটে।

17. উলম্ব তলে ঘূর্ণায়মান রোলার কোস্টারের যাত্রী নিচে পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'21]

উত্তর: উলম্বতলে ঘূর্ণায়মান রোলার কোস্টারে যাত্রীর উপর ক্রিয়াশীল কেন্দ্রমুখী ও কেন্দ্রবিমুখী বল সমান হয়ে ব্যাসার্ধ বরাবর লব্ধি বল শূন্য হয়ে যায়, ফলে যাত্রী নিচে পড়ে যায় না। উলম্বতলে ঘূর্ণায়মান অবস্থায় চেইনের টানবল, অতি উচ্চতায় অভিকর্ষজ বল কেন্দ্রমুখী এবং ঘূর্ণনের ফলে কেন্দ্রবিমুখী বলও সৃষ্টি হয়, এ বলগুলো পরস্পর ক্রিয়া করে ব্যাসার্ধ বরাবর লব্ধি বল শূন্য হয়ে যায়। ফলে যাত্রী রোলার কোস্টারের সাপেক্ষে স্থিরভাবে থাকে, ছিটকে বা পড়ে যায় না।

18. বলের ব্যবহারিক একক 'নিউটন' একটি লব্ধ একক– ব্যাখ্যা কর। [SB'21]

উত্তর: মৌলিক একক হতে যে একক পাওয়া যায় তাকে বলে লব্ধ একক। বলের একক নিউটন (N)।

আমরা জানি, বল $F = ma$

বলের একক = ভরের একক × ত্বরণের একক

$\therefore N = kg \times ms^{-2} = kgms^{-2} = \frac{\text{ভরের একক} \times \text{দূরত্বের একক}}{(\text{সময়ের একক})^2}$

∴ বলের একক একটি লব্ধ একক।

19. হাত গুটানো বা প্রসারিত অবস্থায় ঘুরলে কোন ক্ষেত্রে কৌণিক বেগ বেশি হবে? ব্যাখ্যা কর। [JB'21]

উত্তর: কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা অনুসারে, $Mr_1^2\omega_1 = Mr_2^2\omega_2 \Rightarrow \omega_1 r_1^2 = \omega_2 r_2^2$

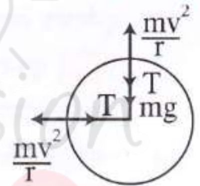
হাত গুটানো অবস্থায় r কম থাকে এবং প্রসারিত অবস্থায় r বেশি থাকে। কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা অনুযায়ী গুটানো অবস্থায় ω বেশি হয় এবং প্রসারিত অবস্থায় ω কম হয়। অর্থাৎ, হাত গুটানো অবস্থায় কৌণিক বেগ বেশি হয়।

20. দেয়ালের সাথে ধাক্কা খেয়ে বল বিপরীত দিকে ফিরে আসে কেন? [CB'21]

উত্তর: নিউটনের ৩য় সূত্রানুসারে, প্রত্যেক ক্রিয়ারই সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া থাকে। $F_1 = -F_2$। দেয়ালের সাথে ধাক্কা খেলে বল দেয়ালের উপর ক্রিয়া বল দেয় এবং দেয়াল বলের উপর প্রতিক্রিয়া বল দেয়। এ প্রতিক্রিয়া বলের দরুন বলটি বিপরীত দিকে আসে।

21. উলম্ব তলে দ্রুত ঘূর্ণনরত পানি ভর্তি বালতির পানি পড়ে যায় না কেন? ব্যাখ্যা কর। [CB'21]

উত্তর: উলম্ব তলে দ্রুত ঘূর্ণনরত পানি ভর্তি বালতির পানি পড়ে যায় না কেন্দ্রবিমুখী বা অপকেন্দ্র বলের কারণে। টান বল কেন্দ্রের দিকে কাজ করে। অপকেন্দ্র বল বাইরের দিকে কাজ করে। এই অপকেন্দ্র বলের কারণে বালতির পানি পড়ে যায় না।



22. টর্ক ও বলের মধ্যে পার্থক্য লিখ। [CB'21]

উত্তর:

বল	টর্ক
১। বস্তুর ভর এবং ত্বরণের গুণফলকে বল বলে।	১। ব্যাসার্ধ ভেক্টর এবং বলের ভেক্টর গুণফলকে টর্ক বলে।
২। বলের একক নিউটন (N)	২। টর্কের একক নিউটন-মিটার (Nm)
৩। বল দ্বারা বোঝা যায় রৈখিক বেগকে কত সহজে পরিবর্তন করা যায়।	৩। টর্ক দ্বারা বোঝা যায় কত সহজে কৌণিক বেগ পরিবর্তন করা সম্ভব। অর্থাৎ, কত সহজে বস্তুটিকে ঘুরানো যাবে।

23. ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে বৈদ্যুতিক পাখার সকল বিন্দুর কৌণিক বেগ সমান কেন? [Din.B'21; DB'16]

উত্তর: ঘূর্ণায়মান বস্তুর কোনো কণার রৈখিক বেগ অক্ষ হতে ঐ কণার দূরত্বের উপর নির্ভরশীল হলেও কৌণিক বেগ শুধু একক সময়ে কৌণিক সরণের উপর নির্ভরশীল। তাই ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে বৈদ্যুতিক পাখার সকল বিন্দুর দূরত্বের ভিন্নতা থাকা সত্ত্বেও কৌণিক বেগ সমান থাকে।

24. নৌকা থেকে লাফ দেওয়ার সময় নৌকা পিছিয়ে যায় কেন? [Din.B'21]

উত্তর: নৌকা থেকে লাফ দেওয়ার পূর্বে, নৌকা ও ব্যক্তির ভরবেগের সমষ্টি ধ্রুব থাকে। ব্যক্তি যখন নৌকা থেকে লাফ দেয়, তখন লাফ দেওয়ার দিকে ভরবেগের সমষ্টি বেড়ে যায়। তাই ভরবেগের সমষ্টি ধ্রুব রাখতে নৌকা ব্যক্তির ভরবেগের সমান ভরবেগে পিছনে সরে যায়।

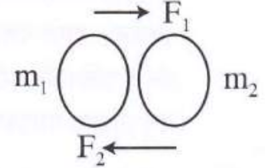
25. **রকেটের গতি কীভাবে ভরবেগের সংরক্ষণনীতি মেনে চলে?** **[MB'21]**

উত্তর: রকেট যখন উপরের দিকে ধাবিত হয় তখন পেছন দিয়ে গ্যাস নির্গত হয়। গ্যাস নির্গমনের ফলে গ্যাসের গতির বিপরীত দিকে রকেটের উপর একটি বল সৃষ্টি হয়। এই প্রতিক্রিয়া বলের ফলে রকেট উপরের দিকে চলে। নিউটনের তৃতীয় সূত্রানুসারে, এই ক্রিয়া বল এবং প্রতিক্রিয়া বল সমান হয়। ফলে, Δt সময়ে গ্যাসের ভরবেগের পরিবর্তন = রকেটের উপর প্রযুক্ত বলের ঘাত সমান হয়। এভাবে রকেটের গতি ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা মেনে চলে।

26. **ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া একই বস্তুর উপর কীভাবে কাজ করে?** **[MB'21]**

উত্তর:

ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া সর্বদাই দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর কাজ করে। একই বস্তুর উপর কাজ করতে পারে না। দুটি বস্তু m_1 এবং m_2 । m_1 বস্তুটি যদি m_2 এর উপর F_1 বল প্রয়োগ করে, তবে m_2 বস্তুটি m_1 এর উপর F_2 বল প্রয়োগ করে। এক্ষেত্রে $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ এবং $|F_1| = |\vec{F}_2|$। এরা দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়া করে।



27. **কোনো অক্ষের সাপেক্ষে একটি বস্তুর চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.9 m বলতে কী বোঝায়?** **[DB'19]**

উত্তর: কোনো দৃঢ় বস্তুর সমগ্র ভর যদি একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত করা যায় যাতে করে একটি নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে ঐ কেন্দ্রীভূত বস্তুকণার জড়তার ভ্রামক, ঐ নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে সমগ্র দৃঢ় বস্তুর জড়তার ভ্রামকের সমান হয়, তাহলে ঐ নির্দিষ্ট অক্ষ থেকে কেন্দ্রীভূত বস্তুকণার লম্ব দূরত্বকে চক্রগতির ব্যাসার্ধ বলে। চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.9 m এর অর্থ বস্তুটির সমগ্র ভর অক্ষ থেকে 0.9 m দূরে একটি বিন্দুতে কল্পনা করলে যে জড়তার ভ্রামক পাওয়া যাবে তা বস্তুটির প্রকৃত জড়তার ভ্রামকের সমান হবে।

28. **দুটি বস্তু সংঘর্ষের পর একসাথে আটকে গেলে সংঘর্ষটি স্থিতিস্থাপক হবে কি? ব্যাখ্যা কর।** **[Ctg.B'19]**

উত্তর: দুটি বস্তুর মধ্যে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ ঘটলে, সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে বস্তুদ্বয়ের মধ্যকার আপেক্ষিক বেগ ধ্রুব থাকে। আবার, দুটি বস্তুর মধ্যে সংঘর্ষ ঘটার ক্ষেত্রে সংঘর্ষের পূর্বের আপেক্ষিক বেগ অশূন্য হওয়া অত্যাবশ্যক। যদি দুটি বস্তু সংঘর্ষের পর একসাথে আটকে যায়, তবে তাদের আপেক্ষিক বেগ হবে শূন্য। অর্থাৎ সংঘর্ষের পূর্বের আপেক্ষিক বেগ অশূন্য এবং সংঘর্ষের পরের আপেক্ষিক বেগ শূন্য, তাই আপেক্ষিক বেগের পরিবর্তন ঘটবে। আপেক্ষিক বেগ ধ্রুব না থাকায় বস্তুদ্বয় আটকে গেলে সংঘর্ষটি স্থিতিস্থাপক হবে না।

29. **ভরকে জাড্যভর বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।** **[SB'19]**

উত্তর: কোনো জড় বস্তুর ভরই হলো জাড্যের পরিমাপ। এই ভরকে জাড্য ভর বলে।

নিউটনের দ্বিতীয় সূত্রানুযায়ী, $F = ma \Rightarrow m = \frac{F}{a}$। এখানে, m হলো বস্তুর জাড্য ভর।

ধর্ম: আইনস্টাইনের আপেক্ষিকতা সূত্রানুযায়ী জাড্য ভর বস্তুর বেগের সাথে বৃদ্ধি পায়। $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$, m_0 = স্থির ভর

30. **জড়তা হতে বলের ধারণা পাওয়া যায় কি? আলোচনা কর।** **[BB'19]**

উত্তর: কোনো বস্তু যে অবস্থানে আছে তার সে অবস্থানে বজায় থাকার প্রবণতাই হলো জড়তা। আর বল হলো যা বস্তুর এই প্রবণতাকে বাধা দেয়, বস্তুর আপেক্ষিক অবস্থার পরিবর্তন ঘটায়। তাই বলা যায়, জড়তা হতে বলের ধারণা পাওয়া যায়।

31. **পৃথিবীর নিজ অক্ষের চারপাশে ঘূর্ণন হঠাৎ থেমে গেলে পৃথিবী পৃষ্ঠে g -এর মানের কীরূপ পরিবর্তন হবে ব্যাখ্যা কর।** **[JB'19]**

উত্তর: পৃথিবীর নিজ অক্ষের উপর ঘূর্ণন থেমে গেলে পৃথিবী পৃষ্ঠে g এর মানের পরিবর্তন ঘটবে।

সাধারণত $g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$। অর্থাৎ ঘূর্ণন বন্ধ হয়ে গেলে g এর মান $\omega^2 R\cos^2\lambda$ পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে।

32. **কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়াশীল টর্ক কখন শূন্য হয়? ব্যাখ্যা কর।** **[CB'19]**

উত্তর: ক্রিয়াশীল টর্কের মান শূন্য হয় যখন বস্তু সমকৌণিক বেগে চলতে থাকে। $\tau = I\alpha$। এখানে, α তথা কৌণিক ত্বরণ $= 0$ হলে টর্ক 0 হয়। এছাড়াও $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$। তাই ব্যাসার্ধ বরাবর বল ক্রিয়াশীল হলেও টর্ক শূন্য হয়।

33. **ঘূর্ণনরত বস্তুর কৌণিক ভরবেগ কোনো শর্তে শূন্য হয়-ব্যাখ্যা কর।** **[Din.B'19]**

উত্তর: কোনো বিন্দু বা অক্ষকে কেন্দ্র করে ঘূর্ণায়মান কোনো কণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর এবং ভরবেগের ভেক্টর গুণফলকে ঐ বিন্দু বা অক্ষের সাপেক্ষে কণাটির কৌণিক ভরবেগ বলে। যদি কোনো কণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর $\vec{r}$ এবং ভরবেগ $\vec{p}$ হয় তবে কৌণিক ভরবেগ, $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} \therefore L = rp\sin\theta$। এখানে, $\theta = 0°$ হলে $L = 0$ হয়। অর্থাৎ, ভরবেগ যদি ব্যাসার্ধ ভেক্টরের দিকেই হয়, যেমন: সরলরৈখিক গতি, তবে সে ক্ষেত্রে কৌণিক ভরবেগ শূন্য হয়।

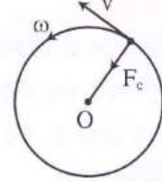
34. **ঘর্ষণ বল একটি অসংরক্ষণশীল বল- ব্যাখ্যা কর।** **[All. B'18]**

উত্তর: ঘর্ষণ বলের ক্ষেত্রে এক বিন্দু হতে যাত্রা শুরু করে যে কোনো পথ ঘুরে আবার ঐ বিন্দুতে ফিরে এলে কৃত কাজ শূন্য হয় না। ঘর্ষণ বল দ্বারা কাজ আদি ও চূড়ান্ত বিন্দুর উপর নির্ভর করে না, গতিপথের উপর নির্ভর করে। ঘর্ষণ বল কর্তৃক কাজ পুনরুদ্ধার করা যায় না। তাই ঘর্ষণ বল অসংরক্ষণশীল বল।

35. **বল কীভাবে ক্রিয়াশীল থাকলে একটি বস্তু সমদ্রুতিতে গতিশীল থাকবে তা ব্যাখ্যা কর।** **[DB'17]**

উত্তর:

বল বেগের সাথে সমকোণে ক্রিয়া করলেই বস্তু সমদ্রুতিতে থাকতে পারে। কেননা সমকোণ ছাড়া অন্য কোনো কোণে বল ক্রিয়া করলে বেগের দিক বরাবর বলের একটি উপাংশ থাকবে। এই উপাংশ বস্তুর দ্রুতি পরিবর্তন করে ফেলবে। একটি বস্তু সমদ্রুতিতে ঘুরানো হলে বিষয়টি আরো স্পষ্ট হয়। কেন্দ্রমুখী বল বেগের সমকোণে ক্রিয়া করে। ফলে দ্রুতি পরিবর্তিত হয় না।



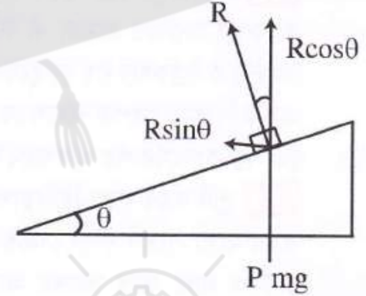
36. **রাস্তার বাঁকযুক্ত অংশ কোনদিকে কত কোণে ঢালু রাখা হয় তা কারণসহ ব্যাখ্যা কর।** **[DB'17]**

উত্তর:

রাস্তার বাঁকযুক্ত অংশ বাঁকের কেন্দ্রের দিকে ঢালু রাখা হয়। কেননা বৃত্তাকার পথে চলতে হলে সর্বদা কেন্দ্রের দিকে কেন্দ্রমুখী বল প্রয়োজন হয়। ব্যাংকিং অবস্থায় মাটির প্রতিক্রিয়া বলের একটি উপাংশ এই বলের যোগান দেয়।

$R\cos\theta = mg$ ও $R\sin\theta = \frac{mv^2}{r} \therefore \tan\theta = \frac{v^2}{rg} \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{v^2}{rg}\right)$

রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ ও বেগ হিসেব করে ব্যাংকিং কোণ নির্ধারণ করা হয়।



37. **"জড়তার ভ্রামক $50 kgm^2$" বলতে কী বোঝ?** **[RB'17]**

উত্তর: জড়তার ভ্রামক $50\ kgm^2$ বলতে বুঝায়-বস্তুটিকে ঐ অক্ষের চারদিকে $1\ rads^{-2}$ কৌণিক ত্বরণে ঘুরাতে হলে 50Nm পরিমাণ টর্ক প্রয়োজন। অন্যভাবে বলা যায় যে, বস্তুটির উপর 50 Nm টর্ক প্রয়োগ করা হলে, তা $1\ rads^{-2}$ কৌণিক ত্বরণে ঘুরবে।

38. **'সমান ভরের দু'টি বস্তুর স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ হলে তারা বেগ বিনিময় করে'–ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর: m_1 ও m_2 ভরের স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে, সংঘর্ষের পূর্বে বেগ u_1, u_2 এবং সংঘর্ষের পরে বেগ v_1, v_2 হলে-

আমরা জানি, $v_1 = \left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right) u_1 + \left(\frac{2m_2}{m_1+m_2}\right) u_2$ এবং $v_2 = \left(\frac{2m_1}{m_1+m_2}\right) u_1 + \left(\frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}\right) u_2$

$m_1 = m_2 = m$ হলে, $v_1 = \left(\frac{m-m}{m+m}\right) u_1 + \left(\frac{2m}{m+m}\right) u_2 \Rightarrow v_1 = u_2$ ও $v_2 = \left(\frac{2m}{m+m}\right) u_1 + \left(\frac{m-m}{m+m}\right) u_2 \Rightarrow v_2 = u_1$

সুতরাং, সমান ভরের দুটি বস্তুর স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ হলে তারা বেগ বিনিময় করছে।

39. **নিজ অক্ষের চারদিকে ঘূর্ণায়মান কোনো ব্যক্তির জড়তার ভ্রামক অর্ধেক হলে কৌণিক গতি দ্বিগুণ হয়–এর তাৎপর্য লিখ।**

উত্তর: বাহ্যিক কোনো টর্ক প্রয়োগ না হলে সিস্টেমের কৌণিক ভরবেগ অপরিবর্তিত থাকে। কোনো সিস্টেমের জড়তার ভ্রামক, I, কৌণিক বেগ, ω হলে, সিস্টেমের কৌণিক ভরবেগ, $L = I\omega$। সুতরাং জড়তার ভ্রামক অর্ধেক করলে কৌণিক বেগ দ্বিগুণ হয়। একারণেই নৃত্যশিল্পী দ্রুত ঘূর্ণনের সময় হাত গুটিয়ে ফেলেন। এতে জড়তার ভ্রামক কমে যায় ও কৌণিক বেগ বৃদ্ধি পায়।

40. **একটি ভারী স্থির বস্তু ও হালকা গতিশীল বস্তুর স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে তাদের বেগের পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর।** **[JB'17]**

উত্তর: m_1 ও m_2 ভরের স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে তাদের সংঘর্ষের পূর্বে বেগ u_1, u_2 এবং পরে বেগ v_1, v_2 হলে,

আমরা জানি, $v_1 = \left(\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\right) u_1 + \left(\frac{2m_2}{m_1+m_2}\right) u_2$ এবং $v_2 = \frac{2m_1}{m_1+m_2} u_1 + \frac{m_2-m_1}{m_1+m_2} u_2$

ভারী বস্তুটি m_1 ভরের ও হালকা বস্তুটি m_2 ভরের হলে, $u_1 = 0$।

$\therefore v_1 = \left(\frac{2m_2}{m_1+m_2}\right) u_2$, কিন্তু $m_1 \gg m_2 \therefore v_1 \approx 0$ এবং $v_2 = \frac{m_2-m_1}{m_1+m_2} u_2 = \frac{\frac{m_2}{m_1}-1}{\frac{m_2}{m_1}+1} u_2$; $\frac{m_2}{m_1} \ll 1 \approx 0 \therefore v_2 \approx -u_2$

সুতরাং, ভারী বস্তুটি স্থির থাকবে এবং হালকা বস্তুটি একই বেগে বিপরীত দিকে চলতে শুরু করবে।



41. ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক বস্তুর ভরের সমতুল্য– ব্যাখ্যা কর। [CB'17]

উত্তর: আমরা জানি, কোনো বস্তুর গতির তথা বেগের পরিবর্তনকে বাধা দেয়ার প্রয়াসই হচ্ছে জড়তা। রৈখিক গতির ক্ষেত্রে জড়তার পরিমাপ হচ্ছে ভর। আবার, কোনো একটি অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণনরত একটি বস্তুর ঘূর্ণন গতির পরিবর্তনকে বাধা দেওয়ার প্রয়াসই হচ্ছে জড়তার ভ্রামক। টর্কের সূত্র হতে আমরা জানি, $\tau = I\alpha$। এই সমীকরণ থেকেও বোঝা যায় জড়তার ভ্রামক ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে জড়তার পরিমাপক।

◆ CQ: সম্ভাব্য অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. রাস্তার ব্যাংকিং বলতে কী বুঝ?

উত্তর: বাঁক নেয়ার সময় গাড়ির চাকাগুলো বাইরের দিকে ছিটকে যেতে চায়। ঘর্ষণ বল রাস্তার কেন্দ্রাভিমুখে ক্রিয়া করে যা গাড়ির ছিটকে যাওয়ার প্রবণতাকে বাধা দেয়। গাড়িটি খুব দ্রুত বেগে চলতে চলতে বাঁক নিলে প্রয়োজনীয় অভিকেন্দ্র বলের মানও খুব বেশি হয়। কিন্তু ঘর্ষণ বলের মান একটি নির্দিষ্ট সীমার বেশি হতে পারে না। তাই গাড়ি খুব দ্রুতগতিতে বাঁক নিলে ঘর্ষণ বল প্রয়োজনীয় অভিকেন্দ্র বল সরবরাহ করতে পারে না। ফলে গাড়িটি রাস্তা থেকে ছিটকে যায়। এই ছিটকে যাওয়া এড়াতে রাস্তার বাইরের পাশ ভেতরের পাশ থেকে খানিকটা উঁচু করা হয়। একে রাস্তার ব্যাংকিং বলে। এটির ফলে রাস্তার তলের উল্লম্ব প্রতিক্রিয়া বলের একটি উপাংশ প্রয়োজনীয় কেন্দ্রাভিমুখী বল সরবরাহ করে গাড়ির ছিটকে যাওয়া প্রতিরোধ করে।

02. নিউটনের গতি বিষয়ক সূত্রের সীমাবদ্ধতা কী?

উত্তর: নিউটনের গতিসূত্র বৃহৎ আকৃতির বস্তুর জন্য প্রযোজ্য। যে সকল কণার ভর খুবই কম যেমন- ইলকেট্রন, প্রোটন, নিউট্রন ইত্যাদির ক্ষেত্রে নিউটনের গতিসূত্র প্রযোজ্য নয়। ক্ষুদ্র ভর(10^{-31}kg) বিশিষ্ট সকল কণার বেগ বেশি হয়, অর্থাৎ প্রায় আলোর বেগের কাছাকাছি হয় ফলে গতিশীল অবস্থায় এরা তরঙ্গরূপে আচরণ করে। এ সকল বস্তুর ক্ষেত্রে নিউটনের গতিসূত্র প্রযোজ্য নয়। এসব ক্ষেত্রে আপেক্ষিকতা তত্ত্ব প্রযোজ্য। আবার, বস্তুর ত্বরণ যখন খুব কম ($< 10^{-10}\text{ms}^{-2}$) হয় তখন নিউটনের গতিসূত্র প্রয়োগে ভালো ফল পাওয়া যায় না। এক্ষেত্রে বল ত্বরণের বর্গের সমানুপাতিক হয়। নিউটনের গতিসূত্র কেবলমাত্র বল ত্বরণের সমানুপাতিক ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। কোনো বস্তু স্থির কাঠামোতে বা সমবেগে চলমান হলে নিউটনের গতিসূত্র প্রযোজ্য হয়। অন্যথায় নিউটনের সূত্র প্রয়োগ করা যায় না। এক্ষেত্রে আইনস্টাইনের আপেক্ষিকতার সূত্র ব্যবহার করা হয়।

03. ক্রিকেট খেলায় ক্যাচ ধরার সময় খেলোয়াড় হাতটাকে পিছনে নেয় কেন?

উত্তর: নিউটনের দ্বিতীয় সূত্রানুসারে, ত্বরণ কম হলে প্রযুক্ত বল কম হবে। বেগের পরিবর্তন ধ্রুব হলে, এই পরিবর্তনে যত বেশি সময় নেওয়া হবে, ত্বরণের মান তত কম হবে। তাই ক্রিকেট খেলায় ক্যাচ ধরার সময় খেলোয়াড় হাতটাকে পিছনে টেনে নেয়, যাতে বেগের নির্দিষ্ট পরিবর্তনের জন্য বেশি সময় লাগে, ফলে ত্বরণ এবং প্রতিক্রিয়া বল কম মানের হয়।

04. নিউটনের গতির ১ম ও ২য় সূত্রের মধ্যে সম্পর্ক কী?

উত্তর: নিউটনের গতির ২য় সূত্র হতে আমরা জানি, $F = ma$। এখন, বাহ্যিক বল যদি শূন্য হয় তাহলে, $a = 0$। অর্থাৎ, বস্তুটির ত্বরণ শূন্য। সুতরাং, বাহ্যিক কোনো বল প্রযুক্ত না হলে স্থির বস্তু স্থির থাকবে, গতিশীল বস্তু সুষম দ্রুতিতে সরলপথে চলবে, এটাই গতির ১ম সূত্র।

05. কৌণিক ভরবেগ বলতে কী বুঝ?

উত্তর: ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুকণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর ও রৈখিক ভরবেগের ভেক্টর গুণফলকে কৌণিক ভরবেগ বলে।

মনে করি, $\vec{r}$ = ঘূর্ণন কেন্দ্রের সাপেক্ষে কোনো বস্তুকণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর এবং $\vec{p}$ = বস্তুর রৈখিক ভরবেগ

অতএব, সংজ্ঞানুসারে বস্তুটির কৌণিক ভরবেগ, $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = rp\sin\theta\,\hat{n}$

এটি একটি ভেক্টর রাশি। এখানে $\hat{n}$ গুণফলের দিক বা কৌণিক ভরবেগের দিক নির্দেশ করে।

06. জড়তার ভ্রামক সংক্রান্ত লম্ব অক্ষ উপপাদ্যটি কী?

উত্তর: কোনো পাতলা সমতল পাতের তলে অবস্থিত দুটি পরস্পর লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে পাতটির জড়তার ভ্রামকদ্বয়ের সমষ্টি ঐ পাতে অবস্থিত দুই অক্ষের ছেদ বিন্দুতে অঙ্কিত লম্ব অক্ষ সাপেক্ষে পাতটির জড়তার ভ্রামকের সমান হবে। মনে করি, কোনো সমতল পাতের উপর অবস্থিত দুটি পরস্পর লম্ব অক্ষ OX এবং OY বরাবর জড়তার ভ্রামক যথাক্রমে I_x ও I_y। ধরি ঐ পাতে অবস্থিত দুই অক্ষের ছেদ বিন্দুতে অঙ্কিত লম্ব OZ বরাবর পাতের জড়তার ভ্রামক I_z। সেক্ষেত্রে, $I_x + I_y = I_Z$

07. বন্দুক দিয়ে গুলি ছুড়লে বন্দুক পিছনের দিকে ধাক্কা দেয় কেন?

উত্তর: বন্দুক দিয়ে গুলি ছোড়ার পূর্বে বন্দুক ও গুলি উভয়ের ভরবেগ শূন্য। কিন্তু গুলি ছোড়ার পর গুলির সামনের দিকে কিছুটা ভরবেগ উৎপন্ন হয়। এখন, ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুযায়ী, মোট ভরবেগ শূন্য হতে হলে বন্দুকের পিছন দিকে ভরবেগ উৎপন্ন হতে হবে। এজন্য বন্দুক গুলির ভরবেগের সমান ভরবেগে পিছনে যায়।

প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ **CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর** ⟶

01. **1000 kg** ভরের একটি বাস **75000 J** গতিশক্তি নিয়ে চলার সময় **100 m** ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বাঁকের সম্মুখীন হলো। রাস্তার প্রস্থ **10 m** এবং রাস্তার প্রান্তদ্বয়ের মধ্যবর্তী উচ্চতার ব্যবধান **0.2 m**। **[DB'22]**

(গ) বাসটির ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) গতিবেগ না কমিয়ে বাসটি নিরাপদে বাঁকটি অতিক্রম করতে পারবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, গতিশক্তি, $E_k = 75000$ J এবং ভর, $m = 1000$ kg

আমরা জানি, $E_k = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow p^2 = 2E_k m$

$p = \sqrt{2 \times 75000 \times 1000}$

$\therefore$ ভরবেগ, $p = 12247.5 \text{ kg ms}^{-1}$ **(Ans.)**

বিকল্প:

$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 75000 \Rightarrow v = \sqrt{2 \times 75000 \times \frac{1}{m}} = \sqrt{2 \times 75000 \times \frac{1}{1000}} = 12.247 \text{ ms}^{-1}$

আবার, $p = mv = 12.247 \times 1000 = 12247 \text{ kg ms}^{-1}$

ঘ. দেওয়া আছে,

রাস্তার প্রস্থ, $d = 10$ m

রাস্তার প্রান্তদ্বয়ের মধ্যবর্তী উচ্চতা, $h = 0.2$ m

এখন, $\sin\theta = \frac{h}{d} \Rightarrow \theta = \sin^{-1}\left(\frac{h}{d}\right) = \sin^{-1}\frac{0.2}{10} = 1.146°$

$\theta = 1.146°$ ব্যাংকিং এবং $r = 100$ m ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট বাঁকের জন্য নিরাপদভাবে রাস্তা পার হতে সর্বোচ্চ বেগ v_1 হলে,

$\tan\theta = \frac{v_1^2}{rg} \Rightarrow v_1 = \sqrt{rg\tan\theta} = \sqrt{100 \times 9.8 \times \tan(1.146°)} = 4.43 \text{ ms}^{-1}$

আবার, উদ্দীপকের গাড়ির বেগ v

$\therefore \frac{1}{2}mv^2 = 75000 = E_k \Rightarrow v = \sqrt{75000 \times 2 \times \frac{1}{m}} = \sqrt{75000 \times 2 \times \frac{1}{1000}} = 12.247 \text{ ms}^{-1}$

যেহেতু $v > v_1$ তাই বেগ না কমিয়ে নিরাপদে রাস্তায় বাঁক নেওয়া সম্ভব নয়।

02. একটি ভারী চাকার ভর **40 kg** এবং জড়তার ভ্রামক **4000 kgm²**। চাকাটি প্রতি মিনিটে **100** বার ঘুরছে। রহমান সাহেব চাকাটিকে **2** মিনিটে থামানোর জন্য **300 Nm** বাধাদানকারী টর্ক প্রয়োগ করল। **[RB'22]**

(গ) উদ্দীপকে চাকাটির ঘূর্ণন গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে রহমান সাহেব নির্দিষ্ট সময়ে চাকাটি থামাতে সক্ষম হবে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. চাকাটি প্রতি মিনিটে 100 বার ঘুরে।

$\omega = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2\pi \times 100}{60} = 10.472 \text{ rads}^{-1}$

চাকার জড়তার ভ্রামক, $I = 4000 \text{ kgm}^2$

চাকার ঘূর্ণনশক্তি হবে, $E_k = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2} \times 4000 \times (10.472)^2 = 219325.568$ J

ঘ. বাধা প্রদানকারী টর্ক, $\tau = 300N$

এবং চাকার জড়তার ভ্রামক, $I = 4000\ Nm^2$

আমরা জানি, $\tau = I\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{\tau}{I} = \frac{300}{4000} = \frac{3}{40}$

কৌণিক মন্দন, $\alpha = \frac{3}{40}$

এখন, চাকা থামার জন্য শেষ কৌণিক বেগ 0 হবে।

'গ' হতে প্রাপ্ত কৌণিক বেগ, $\omega = 10.472\ rads^{-1}$

তাহলে, $\omega = \omega_0 + \alpha t \Rightarrow 0 = 10.472 - \frac{3}{40} \times t \Rightarrow \frac{3}{40}t = 10.472 \Rightarrow t = \frac{10.472 \times 40}{3}$

$\Rightarrow t = 139.63$ sec or 2 min 19.63 sec

সুতরাং, 300 Nm টর্কে চাকা থামাতে 2 min 19.63 sec লাগবে। অর্থাৎ, তিনি 2 min এ চাকাটি থামাতে পারবেন না।

03. **72 kmh^{-1}** বেগে চলমান **1800 kg** ভরের একটি বড় গাড়ি সামনে দাঁড়িয়ে থাকা **1000 kg** ভরের একটি ছোট গাড়িকে পিছন দিক থেকে সজোরে ধাক্কা দিলো। ধাক্কার পর গাড়ি দু'টি একত্রিত হয়ে **60 m** গিয়ে থেমে গেলো। রাস্তার পাশে দাঁড়িয়ে থাকা বিজ্ঞানের ছাত্র মাহী, দুর্ঘটনাটি পর্যবেক্ষণ করে বলল এটি একটি অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ। **[Ctg.B'22]**

(গ) উদ্দীপকের গাড়ি দু'টি থামাতে যে বাধাদানকারী বল ক্রিয়াশীল ছিল তার মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) মাহীর মন্তব্যের সত্যতা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)\ v$

$v = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2}$

$= \frac{1800 \times 20 + 1000 \times 0}{1800 + 1000}$

$\therefore v = 12.857\ ms^{-1}$

| $m_1 = 1800\ kg$
| $m_2 = 1000\ kg$
| $v_1 = \frac{72 \times 1000}{3600} = 20\ ms^{-1}$
| $v_2 = 0$
| v = মিলিত বেগ

আবার, মিলিত আদিবেগ, $v = 12.837\ ms^{-1}$

মিলিত শেষবেগ, $v_f = 0\ ms^{-1}$

এবং দূরত্ব, $s = 60m$

তাহলে, $a = \frac{v_f^2 - v^2}{2s} = \frac{0^2 - (12.857)^2}{2 \times 60} = -1.378\ ms^{-2}$

$\therefore$ একত্রে মিলিতভাবে চলা গাড়ি দুটির মন্দন $1.378\ ms^{-2}$

গাড়ি দুটি থামাতে বাধাদানকারী বল, $F = (m_1 + m_2) \times a = (1800 + 1000) \times 1.378 = 3858.4$ N **(Ans.)**

ঘ. সংঘর্ষের পূর্বে গতিশক্তি, $E_{k_i} = \frac{1}{2}\ m_1v_1^2 = \frac{1}{2} \times 1800 \times 20^2 = 360000$ J

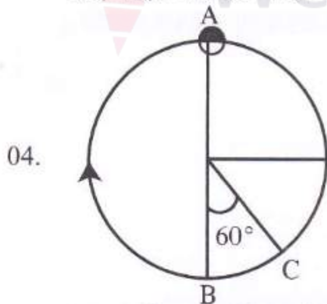
সংঘর্ষের পরের গাড়ি দুটি একত্রে চলে,

'গ' হতে পাই তাদের মিলিত বেগ হলো, $v = 12.857\ ms^{-1}$

তাহলে সংঘর্ষের পরের গতিশক্তি, $E_{k_f} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\ v^2 = \frac{1}{2} \times 2800 \times (12.857)^2\ ms^{-1} = 231423.4$ J

অর্থাৎ, $E_{k_f} < E_{k_i}$

তাই মাহীর মন্তব্যটি সত্য। এটি একটি অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ।

04. 

100 gm ভরের একটি পাথরখণ্ডকে **4 ms^{-1}** বেগে উল্লম্বতলে উপরে বর্ণিত চিত্র মতে **1 m** ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হচ্ছে। **[SB'22]**

(গ) ঘূর্ণনরত বস্তুটির পর্যায়কাল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত **A, B** ও **C** বিন্দুগুলোর মধ্যে কোনটিতে সুতার টান সবচেয়ে বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নির্ধারণ কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি, $v = \omega r \Rightarrow 4 = \omega \times 1 \Rightarrow \omega = 4\ rads^{-1}$

এবং $\omega = \frac{2\pi}{T} = 4 \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{4}$

$\therefore T = 1.57s$

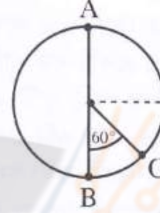
সুতরাং পর্যায়কাল 1.57s

ঘ.

B বিন্দুর জন্য টান বল T_B হলে, $T_B = mg + \frac{mv^2}{r}$

$= 0.1 \times 9.8 + \frac{0.1 \times 4^2}{1}$

$= 2.58N$



A বিন্দুর জন্য টান বল $T_A = \frac{mv^2}{r} - mg = \frac{0.1\times4^2}{1} - 0.1 \times 9.8 = 0.62N$

C বিন্দুর জন্য টান বল $T_C = \frac{mv^2}{r} + mg\cos 60° = \frac{0.1\times4^2}{1} + 0.1 \times 9.8 \times \cos 60° = 2.09N$

সুতরাং $T_B > T_C > T_A$

05. গ্রামের একটি সমতল রাস্তার এক জায়গায় **3 m** ব্যাসার্ধের একটি বাঁক রয়েছে। একজন সাইকেল আরোহী **20 kmh^{-1}** বেগে হেলে সাইকেল চালিয়ে বাঁক অতিক্রম করল। না হেলে একজন সাইকেল আরোহী যেন নিরাপদে বাঁক অতিক্রম করতে পারে সে ব্যাপারে বাঁকে একটি সতর্কীকরণ প্লেটে সর্বোচ্চ গতিসীমা **6 kmh^{-1}** উল্লেখ আছে। [রাস্তার বাঁকে ব্যাংকিং করা ছিল না এবং টায়ার ও রাস্তার স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক **0.1** এবং **g = 10 ms^{-2}**] **[BB'22]**

(গ) সাইকেল আরোহী কত কোণে হেলে সাইকেল চালিয়ে বাঁক অতিক্রম করেছিল? নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) সতর্কীকরণ প্লেটে উল্লিখিত গতিসীমার যথার্থতা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. ঘর্ষণ বল, $f_s = \mu mg = 0.1 \times mg$

এখন, $\frac{mv^2}{r} = f_s + R\sin\theta$

$\Rightarrow \frac{mv^2}{r} = 0.1mg + R\sin\theta$

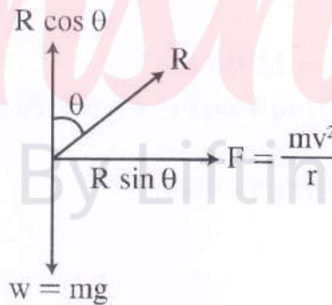
$\Rightarrow \frac{v^2}{rg} = 0.1 + \frac{R}{mg} \times \sin\theta\ [mg = r\cos\theta]$

$\Rightarrow \frac{v^2}{rg} = 0.1 + \tan\theta$

$\Rightarrow \tan\theta = \frac{v^2}{rg} - 0.1$

$\Rightarrow \tan\theta = \frac{5.56^2}{3\times9.8} - 0.1$

$\therefore \theta = 43.6°$



এখন, $v = 20\ kmh^{-1} = 5.56\ ms^{-1}$

$r = 3m$

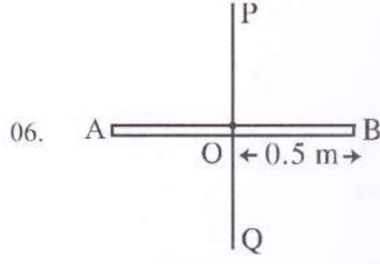
[প্রশ্নে ভুলক্রমে 'গতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক এর জায়গায় 'স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক' এর মান দেওয়া আছে। আমরা প্রদত্ত মানকে 'গতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক' ধরে প্রশ্নগুলো সমাধান করেছি।]

ঘ. ধরি, গাড়ির সর্বোচ্চ গতিসীমা 'v' হলে দুর্ঘটনা ঘটবে না।

অর্থাৎ, $\frac{mv^2}{r} = \mu mg \Rightarrow v^2 = \mu rg \Rightarrow v = \sqrt{\mu rg} \Rightarrow v = \sqrt{0.1 \times 3 \times 9.8} = 1.715\ ms^{-1} = 6.17\ kmh^{-1}$

অর্থাৎ, এটি সতর্কীকরণ প্লেটে উল্লিখিত গতিসীমা থেকে বেশি।

সুতরাং, সতর্কীকরণ প্লেটে উল্লিখিত গতিসীমা যথার্থ।

06. 

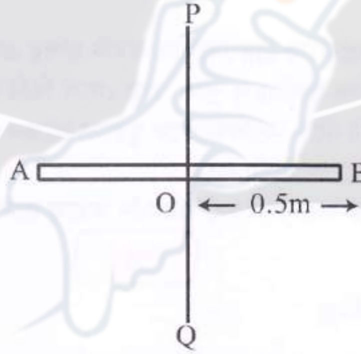
উপরের চিত্রের সরু ও সুষম দণ্ডের দৈর্ঘ্য **AB = 1 m** এবং ভর **2 kg**। দণ্ডটি তার দৈর্ঘ্যের সাথে লম্বভাবে গমনকারী **PQ** অক্ষের সাপেক্ষে সুষম কৌণিক বেগে ঘূর্ণায়মান। **[JB'22]**

(গ) উদ্দীপকের দণ্ডটির জড়তার ভ্রামক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের দণ্ডটির ঘূর্ণন অক্ষ মধ্যবিন্দু **O** থেকে প্রান্তের **A** বিন্দুতে স্থানান্তর হলে চক্রগতির ব্যাসার্ধের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ.



সরু ও সুষম দণ্ডের মধ্যবিন্দু দিয়ে অভিলম্বভাবে অতিক্রান্ত অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান দণ্ডের জড়তার ভ্রামক, $I = \frac{1}{12} Ml^2$

∴ PQ অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান AB দণ্ডের জড়তার ভ্রামক,

$I_{AB} = \frac{1}{12} Ml^2 = \frac{1}{12} \times 2 \times 1^2 = 0.167 \text{ kgm}^2$

$= 0.167 \text{ kgm}^2$

AB দণ্ডের দৈর্ঘ্য, $l = 1$ m
AB দণ্ডের ভর, M = 2 kg

ঘ. আমরা জানি,

সরু ও সুষম দণ্ডের মধ্যবিন্দু দিয়ে অভিলম্বভাবে অতিক্রান্ত অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান দণ্ডের চক্রগতির ব্যাসার্ধ, $K = \frac{l}{\sqrt{12}}$

∴ PQ অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান AB দণ্ডের চক্রগতির ব্যাসার্ধ, $K_{PQ} = \frac{l}{\sqrt{12}}$ m

আবার, সরু ও সুষম দণ্ডের যেকোনো একটি প্রান্তবিন্দু দিয়ে অভিলম্বভাবে অতিক্রান্ত অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান দণ্ডের চক্রগতির ব্যাসার্ধ, $K = \frac{l}{\sqrt{3}}$

∴ A বিন্দু দিয়ে অভিলম্বভাবে অতিক্রান্ত অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণায়মান AB দণ্ডের চক্রগতির ব্যাসার্ধ, $K_A = \frac{l}{\sqrt{3}}$ m

উভয় ক্ষেত্রের চক্রগতির ব্যাসার্ধের অনুপাত $= \frac{K_{PQ}}{K_A} = \frac{\frac{l}{\sqrt{12}}}{\frac{l}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{3}} = \frac{1}{2}$

∴ $K_A = 2K_{PQ}$ অর্থাৎ, ঘূর্ণন অক্ষ O বিন্দু থেকে A বিন্দুতে স্থানান্তরিত হলে চক্রগতির ব্যাসার্ধ দ্বিগুণ হয়ে যাবে।

07. **P ও Q দুটি গোলকের ভর যথাক্রমে 0.025 kg ও 0.05 kg। P ও Q গোলকদ্বয়কে 2 টি পৃথক সুতার সাহায্যে বেঁধে যথাক্রমে 0.909 m ও 0.709 m** ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে অনুভূমিকভাবে মিনিটে **30** বার ঘুরানো হচ্ছে। সুতাটি সর্বোচ্চ **0.275 N** বল সহ্য করতে পারে। **[CB'22]**

(গ) **P** গোলকের কৌণিক ভরবেগ কত? ৩

(ঘ) **P ও Q** গোলকের সুতার মধ্যে কোন সুতাটি ছিঁড়ে যাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক যুক্তি দাও। ৪

উত্তর

গ.

কৌণিক ভরবেগ, $L = m\omega r^2$
$= 0.025 \times 3.14 \times (0.909)^2$
$= 0.065\ kgm^2s^{-1}$
P বস্তুর কৌণিক ভরবেগ
$L = 0.065\ kgm^2s^{-1}$

$N = 30\ rev$
$t = 1\ min = 60\ sec$
$\omega = \frac{2\pi N}{t} = \frac{2\times3.1416\times30}{60} = 3.14\ rads^{-1}$
$r = 0.909\ m$
$m = 0.025\ kg$

ঘ. সুতা সর্বোচ্চ টান সহ্য করতে পারে, $F = 0.275\ N$
'গ' হতে, $\omega = 3.14\ rads^{-1}$; $m_p = 0.025\ kg$
$m_Q = 0.05\ kg$; $r_p = 0.909\ m$; $r_Q = 0.709\ m$
P গোলক ঘূর্ণনের ক্ষেত্রে সুতায় প্রযুক্ত টান, $T_p = m_p\omega^2 r_P = 0.025 \times (3.14)^2 \times 0.909N = 0.224N$
Q গোলক ঘূর্ণনের ক্ষেত্রে সুতায় প্রযুক্ত টান, $T_Q = m_Q\omega^2 r_Q = 0.05 \times (3.14)^2 \times 0.709 = 0.3495\ N$
$F < T_Q$ ও $F > T_P$।

08. একজন ব্যক্তি **300** গ্রাম ভরের একটি বস্তুকে **70 cm** দৈর্ঘ্যের একটি রশির এক প্রান্তে বেঁধে অনুভূমিক তলে বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে **60** বার ঘুরাচ্ছে। হঠাৎ বস্তুটির এক-তৃতীয়াংশ খুলে পড়ে গেলে তিনি তাৎক্ষণিকভাবে রশির দৈর্ঘ্য **10 cm** কমিয়ে এবং প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা **10** বার বৃদ্ধি করে বস্তুর অবশিষ্টাংশকে ঘুরাতে থাকেন। **[Din.B'22]**

(গ) প্রাথমিক অবস্থায় বস্তুটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) পরিবর্তিত অবস্থায় রশির উপর প্রযুক্ত টানের কীরূপ পরিবর্তন করতে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, ভর, $m = 300\ gm = 0.3\ kg$
ব্যাসার্ধ, $r = 70\ cm = 0.7\ m$
কৌণিক বেগ, $\omega = 60\ rpm = \frac{60\times2\pi}{60}\ rads^{-1} = 6.2832\ rads^{-1}$
$\therefore$ কৌণিক ভরবেগ, $L = mr^2\omega = 0.3 \times (0.7)^2 \times 6.2832 = 0.9236\ kg\,m^2s^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ. পরিবর্তিত অবস্থায়, $m' = \frac{2m}{3} = \frac{2}{3} \times 300 = 200\ gm = 0.2\ kg$
পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য, $r' = (70 - 10)cm = 60\ cm = 0.6\ m$
পরিবর্তিত কৌণিক বেগ, $\omega' = (60 + 10)rpm = 70\ rpm = \frac{70\times2\pi}{60}\ rads^{-1} = 7.33\ rads^{-1}$
পূর্বের অবস্থায় রশির টান, $T = m\omega^2 r = 0.3 \times (6.2832)^2 \times 0.7\ N = 8.29\ N$
পরিবর্তিত অবস্থায় রশির টান, $T' = m'\omega'^2\ r' = 0.2 \times (7.33)^2 \times 0.6\ N = 6.45\ N$
$\therefore$ পূর্বে রশির মধ্যে টানের পরিমাণ ছিল 8.29 N। পরিবর্তিত অবস্থায় রশিতে টানের পরিমাণ হলো 6.45 N। অর্থাৎ, টানের পরিমাণ কমে গেছে। পরিবর্তিত টানের পরিমাণ $(8.29 - 6.45)\ N = 1.84\ N$।

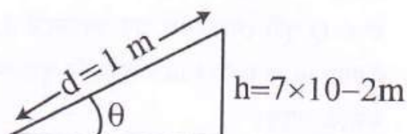
09. **$60\ kmh^{-1}$** গতিসম্পন্ন একটি ট্রেন **328 m** ব্যাসার্ধবিশিষ্ট রেল লাইনে বাঁক নেয়ার সময় লাইনচ্যুত হয়ে বগিসহ উল্টে যায়। দুর্ঘটনাস্থলে লাইনের পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব **1 m** এবং ভেতরের পাত অপেক্ষা বাহিরের পাতটির উচ্চতা ছিল **7 cm**। **[MB'22]**

(গ) উক্ত স্থানে রাস্তার ব্যাংকিং কোণ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) রেল দুর্ঘটনার কারণ গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ.

দেওয়া আছে,
লাইনের পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 1\ m$
ভেতরের পাত অপেক্ষা বাইরের পাতের উচ্চতা, $h = 7\ cm = 7 \times 10^{-2}$



আমরা জানি, $\sin\theta = \frac{h}{d} \Rightarrow \sin\theta = \frac{7\times10^{-2}}{1} \Rightarrow \theta = \sin^{-1}(7 \times 10^{-2}) \Rightarrow \theta = 4.014°$
উক্ত স্থানে রাস্তার ব্যাংকিং কোণ 4.014° **(Ans.)**

ঘ. 'গ' হতে প্রাপ্ত,

ব্যাংকিং কোণ, $\theta = 4.014°$

ধরি, নিরাপদ বাঁকের জন্য বেগ $= v'$

ব্যাসার্ধ, $r = 328$ m

আমরা জানি, $\tan\theta = \frac{v^2}{rg} \Rightarrow \tan(4.014°) = \frac{v'^2}{328\times9.8} \Rightarrow v = \sqrt{328\times9.8\times\tan(4.014°)} = 15.0187\ ms^{-1}$

বাঁক অতিক্রমের সময় ট্রেনটির বেগ ছিল $60kmh^{-1} = 16.67\ ms^{-1}$। কিন্তু ঐ ব্যাংকিং কোণে ট্রেনটি সর্বোচ্চ $15.0187\ ms^{-1}$ বেগে পার হতে পারত। ট্রেনের বেগ নিরাপদ বেগ $15.0187\ ms^{-1}$ এর চেয়ে বেশি হওয়ায় ট্রেনটি দুর্ঘটনার সম্মুখীন হয়।

10. **4m প্রস্থবিশিষ্ট একটি রাস্তার একটি স্থানের বাঁকের ব্যাসার্ধ 100 m এবং রাস্তার উভয় পাশের উচ্চতার পার্থক্য 0.5m। বাঁক অতিক্রমের পূর্বে একটি গাড়ি $60kmh^{-1}$ বেগে চলছিল।** **[DB'21]**

(গ) বাঁকের স্থানে রাস্তার ব্যাংকিং কোণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপক অনুযায়ী গাড়িটি উক্ত বেগে নিরাপদে চলতে পারবে কিনা–গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. $\sin\theta = \frac{h}{d} = \frac{0.5m}{4m} = \frac{1}{8} \therefore \theta = \sin^{-1}\left(\frac{1}{8}\right) = 7.18°$

ঘ. $\tan\theta = \frac{(v_{max})^2}{rg}$

'গ' হতে পাই, $\theta = 7.18° \Rightarrow \tan(7.18°) = \frac{(v_{max})^2}{100m\times9.8\ ms^{-2}} \Rightarrow v_{max} = 11.11\ ms^{-1}$

উদ্দীপকের গাড়ির বেগ $v = 60\ kmh^{-1} = \frac{60\times1000m}{3600s} \therefore v = 16.667\ ms^{-1}$

এখানে, $v > v_{max}$

∴ উক্ত বেগে গাড়িটি নিরাপদে চলতে পারবে না।

11. **আরিতার ভর 40kg। সে একটি ঘর্ষণহীন উলম্ব অক্ষের সাপেক্ষে অনুভূমিকভাবে ঘূর্ণায়মান নাগরদোলার প্রান্তবিন্দুতে চড়ে 25m ব্যাসবিশিষ্ট বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 10 বার ঘুরছে। আরিতা ধীরে ধীরে কেন্দ্রের দিকে আসতে থাকে এবং কেন্দ্র থেকে 6m দূরে একটি বিন্দুতে পৌঁছায়।** **[RB'21]**

(ঘ) আরিতা প্রান্তবিন্দু থেকে কেন্দ্রের দিকে আসলে তার কৌণিক ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হবে কিনা তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে পর্যালোচনা কর। ৪

উত্তর

ঘ. আরিতা প্রান্তবিন্দু থেকে কেন্দ্রের দিকে আসলে তার কৌণিক ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হবে না।

নিউটনের কৌণিক গতির ২য় সূত্র মতে, বাহ্যিক কোনো টর্ক ক্রিয়া না করলে কোনো কণার কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে।

$\tau = 0 \Rightarrow \frac{dL}{dt} = 0 \Rightarrow L =$ ধ্রুবক $\Rightarrow I_1\omega_1 = I_2\omega_2$

এখানে, নাগরদোলাটি 'ঘর্ষণহীন' অক্ষের সাপেক্ষে ঘুরছে। যেহেতু ঘর্ষণহীন অক্ষের সাপেক্ষে ঘুরছে, তাই বাধাদানকারী টর্ক প্রয়োগ না করলে আজীবন সমদ্রুতিতে ঘুরতে থাকবে।

যেহেতু, $\tau = 0$, তাই আরিতা কেন্দ্রের দিকে আসতে থাকলেও কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষিত থাকবে।

অর্থাৎ, $I_1\omega_1 = I_2\omega_2$ হবে।

এখানে, $I_1 = 40\ kg \times \left(\frac{25}{2}\ m\right)^2 = 6250\ kgm^2$

$\omega_1 = 2\pi \times \frac{10}{60}\ rads^{-1} = \frac{\pi}{3}\ rads^{-1}$ এবং $I_2 = 40\ kg \times (6m)^2 = 1440\ kgm^2$

$\therefore \omega_2 = \frac{I_1\omega_1}{I_2} = 4.545\ rads^{-1}$

অর্থাৎ,এখানে, $\omega_2 > \omega_1$ কৌণিক বেগ বেড়ে যাবে কিন্তু $L = I_1\omega_1 = I_2\omega_2$ ধ্রুবক থাকবে।

∴ কৌণিক ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হবে না।

12. **500 m** ব্যাসার্ধের একটি রেললাইনের বাঁকে মিটারগেজ ও ব্রডগেজ উভয় ধরনের রেললাইন আছে। মিটারগেজ রেললাইনের দুই পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব **1m**, ভিতরের পাত অপেক্ষা বাইরের পাত **6cm** উঁচু এবং ব্রডগেজ রেললাইনের দুই পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব **1.3m**, ভিতরের পাত অপেক্ষা বাইরের পাত **11 cm** উঁচু। **[Ctg.B'21]**

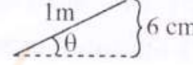
(গ) উদ্দীপকের মিটারগেজ রেললাইনের ব্যাংকিং কোণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের বাঁকে কোন ধরনের লাইনে ট্রেন দ্রুত নিরাপদে অতিক্রম করতে সক্ষম হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $\sin\theta = \frac{h}{d} = \frac{6\text{ cm}}{1\text{m}} = \frac{0.06\text{m}}{1\text{m}} \Rightarrow \theta = \sin^{-1}(0.06) = 3.44°$

∴ ব্যাংকিং কোণ, $\theta = 3.44°$



ঘ. ব্রডগেজে, ব্যাংকিং কোণ, $\theta_2 = \sin^{-1}\left(\frac{h_2}{d_2}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{11\times10^{-2}\text{m}}{1.3\text{m}}\right) = 4.854°$

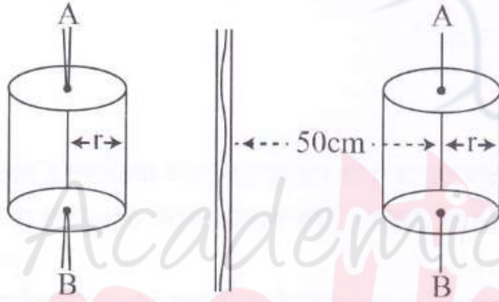
আমরা জানি, $\tan\theta = \frac{v^2}{rg} \Rightarrow v = \sqrt{rg\tan\theta}$

এখন, মিটারগেজে সর্বোচ্চ বেগ, $V_{max_1} = \sqrt{500\text{m}\times9.8\text{ms}^{-2}\times\tan3.44°} = 17.162363\text{ ms}^{-1}$

ব্রডগেজে সর্বোচ্চ বেগ, $V_{max_2} = \sqrt{500\text{m}\times9.8\text{ms}^{-2}\times\tan(4.854°)} = 20.399\text{ ms}^{-1}$

$V_{max_2} > V_{max_1}$

∴ ব্রডগেজ রেললাইনে ট্রেন দ্রুত নিরাপদে অতিক্রম করতে সক্ষম হবে।

13. 

চিত্র-১ চিত্র-২ **[Ctg.B'21]**

চিত্রে সিলিন্ডার আকৃতির দণ্ডের ভর **5 kg** এবং ব্যাসার্ধ **10 cm**। উভয় চিত্রের দণ্ড ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে **1 rads⁻¹** বেগে ঘুরছে।

(গ) চিত্র-১ এর দণ্ডের কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের কোন দণ্ডটি থামাতে অধিক বাধার সম্মুখীন হতে হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. সিলিন্ডারটি ভরকেন্দ্রগামী ও দৈর্ঘ্যের সমান্তরাল অক্ষের সাপেক্ষে ঘুরছে।

∴ জড়তার ভ্রামক, $I = \frac{1}{2}Mr^2 = \frac{1}{2}\times5\text{kg}\times(0.1\text{m})^2 = 0.025\text{ kgm}^2$

∴ কৌণিক ভরবেগ, $L = I\omega = 0.025\text{ kgm}^2\times1\text{ rads}^{-1} = 0.025\text{ kgm}^2\text{s}^{-1}$

ঘ. 'গ' হতে পাই, প্রথম ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক, $I = 0.025\text{ kgm}^2$

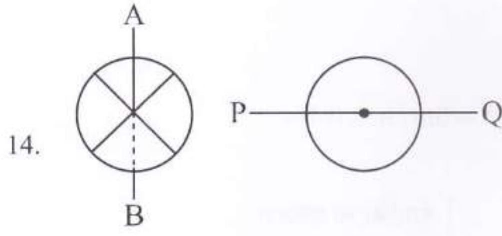
২য় ক্ষেত্রে, $I_2 = 0.025\text{ kgm}^2 + Mh^2 = 0.025\text{ kgm}^2 + 5\text{ kg}\times(0.5\text{m})^2 = 1.275\text{ kgm}^2$

দেখা যায়, $I_2 > I_1$

∴ ২য় ক্ষেত্রে কৌণিক ভরবেগ, $(I\omega)$, টর্ক $(I\alpha)$ এবং কৌণিক গতিশক্তি $\left(\frac{1}{2}I\omega^2\right)$ অধিক হবে।

∴ ২য় ক্ষেত্রে দণ্ডটিকে থামাতে অধিক টর্ক প্রয়োগ ও অধিক কাজ করতে হবে।

অর্থাৎ, চিত্র-২ এর দণ্ডটি থামাতে অধিক বাধার সম্মুখীন হতে হবে।

14. 

চিত্র-১ চিত্র-২

নিচের চিত্র-১ এ একটি বৃত্তাকার চাকতির কেন্দ্র দিয়ে পাতের অভিলম্বভাবে AB অক্ষ দণ্ডটি এবং চিত্র-২ এ চাকতির পাতের সমতলে ব্যাসের মধ্য দিয়ে PQ অক্ষ দণ্ডটি আছে। প্রতিটি পাতের ভর $m = 2kg$ এবং ব্যাসার্ধ $r = 1m$। **[BB'21]**

(গ) AB অক্ষের সাপেক্ষে চাকতির জড়তার ভ্রামকের মান বের কর। ৩

(ঘ) পাত দুটিতে সমপরিমাণ টর্ক প্রয়োগ করলে এদের মধ্যে একই ঘূর্ণন সৃষ্টি হবে কি? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দাও। ৪

উত্তর

গ. ভরকেন্দ্রগামী লম্ব অক্ষ সাপেক্ষে,

$I = \frac{1}{2}mr^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 1^2\ kgm^2 = 1\ kgm^2$ | $m = 2\ kg; r = 1m$

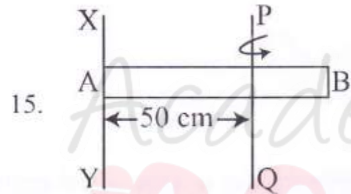
ঘ. প্রথম চিত্রে, $I_1 = 1kgm^2$

২য় চিত্রে, $I_2 = \frac{1}{4}mr^2 = \frac{1}{4} \times 2 \times 1^2 = 0.5\ kgm^2$

আমরা জানি, $\tau = I\alpha$

সমপরিমাণ টর্ক প্রয়োগে, $I_1\alpha_1 = I_2\alpha_2 \Rightarrow I \times \alpha_1 = 0.5 \times \alpha_2 \Rightarrow \alpha_1 = \frac{1}{2}\alpha_2 \Rightarrow \alpha_2 = 2\alpha_1$

∴ এদের মধ্যে একই ঘূর্ণন সৃষ্টি হবে না। দ্বিতীয়টির ঘূর্ণন বেশি হবে যেহেতু কৌণিক ত্বরণ প্রথমটির তুলনায় দ্বিগুণ।

15. 

চিত্রে **500gm** ভরের **AB** সরু দণ্ডটি এর দৈর্ঘ্যের মধ্যবিন্দুতে লম্বভাবে গমনকারী অক্ষ PQ এর সাপেক্ষে প্রতি মিনিটে **30** বার করে ঘুরছে। **[JB'21]**

(গ) **PQ** অক্ষের সাপেক্ষে দণ্ডটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) **XY** অথবা **PQ** কোনো অক্ষের সাপেক্ষে দণ্ডটির জড়তার ভ্রামক বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. $I = \frac{1}{12}ml^2$; $L = I\omega = \frac{1}{12}\ ml^2 \times \omega$

$L = \frac{1}{12} \times 0.5 \times 1^2 \times \pi\ kgm^2s^{-1}$

$L = 0.131\ kgm^2s^{-1}$

| $\frac{l}{2} = 50\ cm \Rightarrow l = 1m$

$\omega = \frac{30 \times 2\pi}{60}\ rad\ s^{-1} = \pi\ rad\ s^{-1}$; $m = 500g = 0.5\ kg$

ঘ. XY অক্ষ সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক, $I_{XY} = \frac{1}{12}\ ml^2 + m\left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{1}{3}\ ml^2 = \frac{1}{3} \times 0.5kg \times 1^2kgm^2 = 0.167\ kgm^2$

PQ অক্ষ সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক, $I_{PQ} = \frac{1}{12} \times ml^2 = \frac{1}{12} \times 0.5 \times 1^2\ kgm^2 = 0.0417\ kgm^2$

∴ XY অক্ষ সাপেক্ষে দণ্ডটির জড়তার ভ্রামক বেশি।

16. একটি রাস্তা **115m** ব্যাসার্ধে বাঁক নিয়েছে। ঐ স্থানে রাস্তাটি **5m** চওড়া এবং ভেতরের কিনারা হতে বাইরের কিনারা **0.4m** উঁচু। রাস্তার ঘর্ষণ সহগ **0.2** এবং এ স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$। **[JB'21]**

(গ) রাস্তার ব্যাংকিং কোণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) যদি ঐ বাঁকে ব্যাংকিং না থাকে তবে সর্বোচ্চ কত বেগে ঐ স্থানে নিরাপদে বাঁক নেওয়া সম্ভব? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. রাস্তার ব্যাংকিং কোণ θ হলে,

$\sin\theta = \frac{h}{d} \Rightarrow \sin\theta = \frac{0.4}{5} \Rightarrow \theta = 4.59°(\text{Ans})$ | $r = 115m ; d = 5m ; h = 0.4m$

ঘ. নিরাপদে বাঁক নেওয়ার জন্য সর্বোচ্চ বেগ v হলে,

$\frac{mv^2}{r} \le \mu mg \Rightarrow v \le \sqrt{\mu rg}$

$\Rightarrow v \le \sqrt{0.2 \times 115 \times 9.8}$

$\Rightarrow v \le 15.013 ms^{-1}$

∴ সর্বোচ্চ নিরাপদ বেগ, $v = 15.013\ ms^{-1}$ (**Ans.**)

ব্যাংকিং না থাকলে,
$\mu = 0.2 ; g = 9.8\ ms^{-2} ; r = 115\ m$

17. **1400kg** ভরের একটি গাড়ি **20m** প্রশস্ত কোনো বাঁকা রাস্তায় বাঁক নিচ্ছে। রাস্তার বাইরের প্রান্ত ভিতরের প্রান্ত অপেক্ষা **0.75m** উঁচু। রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ **100m**। যাত্রীরা চালককে **8ms⁻¹** বেগে গাড়ি চালাতে অনুরোধ করে। **[CB'21]**

(গ) রাস্তায় গাড়ির উপর ক্রিয়াশীল প্রতিক্রিয়া বল হিসেব কর। ৩

(ঘ) গাড়ি চালক যাত্রীদের অনুরোধ রক্ষা করতে পারবেন কিনা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. রাস্তার ব্যাংকিং কোণ θ হলে,

$\sin\theta = \frac{h}{d} \Rightarrow \theta = \sin^{-1}\frac{0.75}{20} = 2.15°$

$R\cos\theta = mg \Rightarrow R = \frac{mg}{\cos\theta} = \frac{1400\times9.8}{\cos 2.15°}$

$R = 13729.66N$ (**Ans.**)

$h = 0.75m$
$d = 20m$
$m = 1400\ kg$

ঘ. বাঁকা রাস্তাটিতে নিরাপদে বাঁক নেওয়ার জন্য সর্বোচ্চ বেগ v_{max} হলে,

$\tan\theta = \frac{v_{max}^2}{rg} \Rightarrow \tan(2.15°) = \frac{v_{max}^2}{100\times9.8}$

$\Rightarrow v_{max} = 6.06\ ms^{-1} < 8\ ms^{-1}$

$r = 100m$
$h = 0.75m$
$d = 20m$

∴ গাড়ির চালক যাত্রীদের অনুরোধ রাখতে পারবে না।

18. **5 kg** ভর ও **30 cm** ব্যাসার্ধের একটি চাকা মিনিটে **60** বার ঘুরছে। চাকাটিকে **5 sec** এ থামানোর জন্য **0.45N-m** টর্ক প্রয়োগ করা হলো। **[CB'21]**

(গ) চাকাটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত সময়ে চাকাটিকে থামানো যাবে কিনা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. চাকটির কৌণিক ভরবেগ,

$L = mr^2\omega = 5 \times 0.3^2 \times 2\pi\ kgm^2s^{-1}$

$= 2.8274\ kgm^2s^{-1}$

$m = 5\ kg ; r = 0.3\ m ;$
$\omega = \frac{60\times2\pi}{60}\ rads^{-1} = 2\pi\ rads^{-1}$

ঘ. আমরা জানি,

$\tau = I\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{0.45}{mr^2} = \frac{0.45}{5\times0.3^2}\ rads^{-2} = 1 rads^{-2}$ | $\omega_0 = 2\pi ; \omega = 0 ; \tau = 0.45$

আবার, মন্দনের ক্ষেত্রে, $\omega = \omega_0 - \alpha t \Rightarrow t = \frac{\omega_0}{\alpha} = \frac{2\pi}{1}s = 6.2832s > 5s$

∴ উদ্দীপকে উল্লেখিত সময়ে চাকাটিকে থামানো যাবে না।

19. একটি ভারি চাকার ভর **40kg** এবং জড়তার ভ্রামক **4000kgm²**। চাকাটি মিনিটে **120** বার ঘুরছে। এক ব্যক্তি চাকাটিকে **1.5** মিনিটে থামানোর জন্য **400Nm** বাধাদানকারী টর্ক প্রয়োগ করলেন। **[Din.B'21]**

(গ) চাকাটির কৌণিক ভরবেগ কত? ৩

(ঘ) ঐ ব্যক্তি উদ্দীপকে উল্লিখিত নির্দিষ্ট সময়ে চাকাটি থামাতে সক্ষম হবেন কি? গাণিতিকভাবে যাচাই করে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. চাকাটির কৌণিক ভরবেগ,

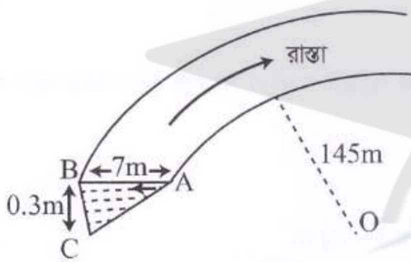
$L = I\omega$
$= 4000 \times 4\pi \text{ kgm}^2\text{s}^{-1}$
$= 50265.46 \text{ kgm}^2\text{s}^{-1}$

$I = 4000 \text{ kgm}^2$
$\omega = \frac{120\times2\pi}{60} \text{rads}^{-1} = 4\pi \text{ rads}^{-1}$

ঘ. আমরা জানি,

$\tau = I\alpha \Rightarrow \alpha = \frac{400}{4000}\text{s}^{-2} = 0.1\text{s}^{-2}$
যেহেতু মন্দন, তাই $\alpha = -0.1 \text{ s}^{-2}$
$\omega - \omega_0 = \alpha t' \Rightarrow t' = \frac{-4\pi}{-0.1} = 125.66\text{s}$
$t' > t$
অর্থাৎ, ব্যক্তিটি উল্লিখিত সময়ে চাকাটি থামাতে পারবে না।

$t = 1.5 \text{ min} = 90 \text{ s}$
$t = 90 \text{ sec}$
$I = 4000 \text{ kgm}^2$
$\tau = 400 \text{ Nm}$
$\omega_0 = 4\pi \text{ rads}^{-1}$
$\omega = 0$

20. 

1000kg ভরের একটি বাস **78125J** গতিশক্তি নিয়ে রাস্তায় চলার সময় হঠাৎ **145m** ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বাঁকের সম্মুখীন হলো যা নিচের চিত্রে দেখানো হয়েছে। **[g = 9.8ms^{-2}]** **[Din.B'21]**

(গ) বাসটির ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) বাসটি উদ্দীপকে প্রদর্শিত রাস্তার বাঁকটি নিরাপদে অতিক্রম করতে পারবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. 1 নং এর 'গ' অনুরূপ
ঘ. 1 নং এর 'ঘ' অনুরূপ

21. সুতার সাহায্যে **500gm** ভরের একটি বস্তুকে উলম্বতলে **5ms^{-1}** ধ্রুব বেগে **60cm** ব্যাসের বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হলো। **[g = 9.8 ms^{-2}]** **[MB'21]**
(গ) বস্তুটির উপর কেন্দ্রবিমুখী বলের মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) **+x** অক্ষ হতে **30°** অবস্থানে এবং **90°** অবস্থানে সুতার টান গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

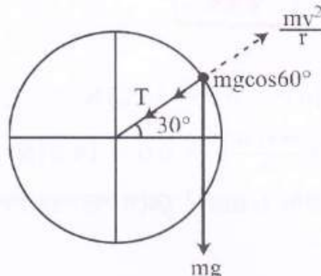
গ.

কেন্দ্রবিমুখী বল $= \frac{mv^2}{r}$
$= \frac{0.5\times5^2}{0.3} \text{N} = 41.67\text{N}$

$m = 0.5 \text{ kg}$
$v = 5 \text{ ms}^{-1}$
$r = \frac{60}{2} \text{cm} = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}$

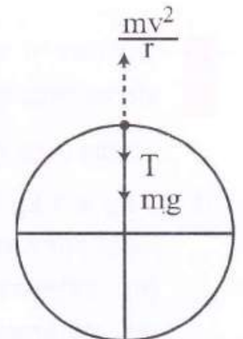
ঘ. 30° অবস্থানে,

$T + mg\cos 60° = \frac{mv^2}{r}$
$\Rightarrow T = \frac{mv^2}{r} - mg\cos 60°$
$= \frac{0.5\times5^2}{0.3} - 0.5 \times 9.8 \times \cos 60°$
$= 39.217 \text{ N}$



90° অবস্থানে,

$T = \frac{mv^2}{r} - mg$
$= \left(\frac{0.5\times5^2}{0.3} - 0.5 \times 9.8\right)\text{N}$
$= 36.77\text{N}$



22. একটি রাস্তার প্রস্থ **16m** ও বাঁকের দুই প্রান্তের উচ্চতার পার্থক্য **60cm** এবং ব্যাস **300m**। বাঁকের পাশে একটি বোর্ডে গাড়ির সর্বোচ্চ গতিসীমা **50** $\mathbf{kmh^{-1}}$ নির্দেশিত। $[g = 9.8\ ms^{-2}]$ **[MB'21]**

(গ) রাস্তার ব্যাংকিং কোণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে নির্দেশিত সর্বোচ্চ গতিসীমার সঠিকতা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. 16 নং এর 'গ' অনুরূপ

ঘ. 16 নং এর 'ঘ' অনুরূপ

23. একজন চালক গাড়ির চাকা খারাপ হলে, চাকা পরিবর্তন করার জন্য রেঞ্জ দিয়ে জ্যাক-স্ক্রুকে ঘুরানোর সময় কোনো এক মুহূর্তে প্রযুক্ত বলকে $\vec{F} = (8\hat{i} + 5\hat{j} - 5\hat{k})N$ এবং ঘূর্ণন অক্ষ হতে বলের ক্রিয়া বিন্দুর দূরত্বকে $\vec{r} = (\hat{i} + \hat{j} - \hat{k})m$ দ্বারা প্রকাশ করা হলো। গাড়ির ভর **2000 kg**, ঘটনাস্থলে রাস্তার বাঁকের ব্যাসার্ধ **5m** এবং রাস্তার প্রস্থ **3m**। রাস্তার সর্বোচ্চ ঘর্ষণ বল **40** $\mathbf{Nkg^{-1}}$। **[DB'19]**

(গ) স্ক্রুটি ঘোরানোর সময়ে প্রযুক্ত টর্ক কত? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের রাস্তাটির ভিতরের প্রান্ত অপেক্ষা বাহিরের প্রান্ত কত উঁচু হলে গাড়িটি সম্ভাব্য সর্বোচ্চ বেগে নিরাপদে বাঁক নিতে পারবে-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. এখানে, প্রযুক্ত বল, $\vec{F} = (8\hat{i} + 5\hat{j} - 5\hat{k})$ N ; ঘূর্ণন অক্ষ হতে দূরত্ব, $\vec{r} = (\hat{i} + \hat{j} - \hat{k})$ m

টর্ক, $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} = \begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ 1 & 1 & -1 \\ 8 & 5 & -5 \end{vmatrix} = \hat{i}(-5+5) - \hat{j}(-5+8) + \hat{k}(5-8) = (-3\hat{j} - 3\hat{k})$ Nm

$\therefore |\vec{\tau}| = \sqrt{(-3)^2 + (-3)^2} = 3\sqrt{2}$ Nm। অর্থাৎ, টর্কের মান $3\sqrt{2}$ Nm এবং ভেক্টররূপ $(-3\hat{j} - 3\hat{k})$ Nm

ঘ. এখানে ঘর্ষণ বল, $F_k = 40 \times 2000$ N ; আবার, $F_k = \frac{mv_{max}^2}{r} \Rightarrow 40 \times 2000 = \frac{2000 \times v_{max}^2}{5} \Rightarrow v_{max} = 10\sqrt{2}\ ms^{-1}$

ব্যাংকিং কোণ θ হলে, $\tan\theta = \frac{v_{max}^2}{rg} \Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{(10\sqrt{2})^2}{5 \times 9.8}\right) = 76.23°$

আবার, $\sin\theta = \frac{h}{d} \therefore h = d\sin\theta = 3 \times \sin(76.23°) = 2.914$ m

ব্যাখ্যা : θ খুব ক্ষুদ্র হলে, $\tan\theta \approx \sin\theta$ হয়, অন্যথায় নয়। এখানে, $\theta = 76.23°$ বিধায় $\tan\theta \neq \sin\theta$ বা, $\frac{h}{d} \neq \frac{v_{max}^2}{rg}$

24. রহিম **80 cm** দৈর্ঘ্যের একখণ্ড সুতার এক প্রান্তে **200 g** ভরের একটি বস্তু বেঁধে বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে **90** বার ঘুরাচ্ছে। অপরদিকে করিম **60 cm** দৈর্ঘ্যের অপর একখণ্ড সুতার এক প্রান্তে **150 g** ভরের একটি বস্তু বেঁধে একইভাবে প্রতি মিনিটে **120** বার ঘুরাচ্ছে। **[Ctg.B'19]**

(গ) রহিমের দ্বারা ঘুরানো বস্তুটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের ঘটনায় রহিম ও করিম সুতায় সমান টান পেয়েছিল কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. 18 নং এর 'গ' অনুরূপ

ঘ. রহিমের ক্ষেত্রে সুতার টান, $T_r = m\omega^2 r = 0.2 \times (3\pi)^2 \times 0.8 = 14.21$N

করিমের ক্ষেত্রে সুতার টান, $T_k = m\omega^2 r = 0.15 \times \left(\frac{2\pi \times 120}{60}\right)^2 \times 0.6 = 14.21$N $\therefore T_r = T_k$ অর্থাৎ, টান সমান।

25. **5 kg** ও **7 kg** ভরের দুটি বস্তু যথাক্রমে **5** $\mathbf{ms^{-1}}$ এবং **6** $\mathbf{ms^{-1}}$ বেগে পরস্পর বিপরীত দিক হতে এসে সংঘর্ষের পর বস্তুদ্বয় একত্রে মিলিত হয়ে নির্দিষ্ট দিকে চলতে শুরু করে। **[BB'19]**

(গ) উদ্দীপকের বস্তুদ্বয়ের চূড়ান্ত বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের বস্তুদ্বয়ের সংঘর্ষ স্থিতিস্থাপক না অস্থিতিস্থাপক- গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. $m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v \Rightarrow v = \frac{5 \times 5 - 7 \times 6}{5+7} = -1.41667\ ms^{-1}$; 7 kg ভরের বস্তুর বেগের দিকে।

ঘ. আদি গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 5^2 + \frac{1}{2} \times 7 \times 6^2 = 188.5\ J$

মিলিত বস্তুর গতিশক্তি, $E_k' = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 = \frac{1}{2} \times 12 \times 1.41667^2 = 12.04167\ J$

$\therefore E_k \neq E_k'$ ∴ সংঘর্ষটি অস্থিতিস্থাপক।

26. **1m** এবং **0.707m** দৈর্ঘ্যের দুটি সরু সুষম দণ্ডের ভরদ্বয় যথাক্রমে **10 kg** এবং **20 kg**, এদের উভয়ই দৈর্ঘ্যের সাথে লম্বভাবে স্থাপিত এবং মধ্যবিন্দুগামী অক্ষের সাপেক্ষে প্রতি মিনিটে যথাক্রমে **300** বার এবং **360** বার একটি মোটরের সাহায্যে সমকৌণিক বেগে ঘুরছে। মোটরটি বন্ধ হয়ে গেলে ১ম দণ্ডটি **20s** সময়ের মধ্যে থেমে যায়। **[JB'19]**

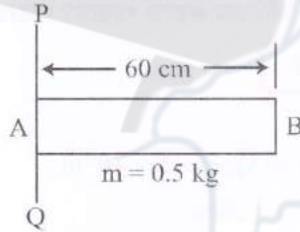
(গ) মোটরটি বন্ধ হয়ে যাবার পর ১ম দণ্ডটি কতটি পূর্ণ ঘূর্ণন সম্পন্ন করবে? ৩

উত্তর

গ. ১ম দণ্ডের ক্ষেত্রে, $\omega_0 = \frac{300 \times 2\pi}{60} = \frac{600\pi}{60} = 10\pi\ rads^{-1}$; $\omega_f = 0\ rads^{-1}$; $t = 20\ s$

$\therefore \theta = \frac{\omega_0 + \omega_f}{2} \times t = \frac{10\pi}{2} \times 20 = 100\pi\ rad = 50\ rounds$

27. একটি সুষম দণ্ডের [চিত্র-১] সাহায্যে একটি সুষম চাকতি [চিত্র-২] তৈরি করা হলো : **[Din.B'19]**



চিত্র-১



চিত্র-২

(গ) চিত্র-১-এর **PQ**-এর সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক বের কর। ৩

(ঘ) চাকতির পরিধি দণ্ডের দৈর্ঘ্যের সমান হলে উভয়ের জড়তার ভ্রামক ভিন্ন হবে কিনা-গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. এখানে, দণ্ডের ভর, $m = 0.5\ kg$; দৈর্ঘ্য, $l = 60cm = 0.6m$

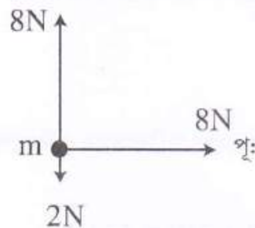
∴ PQ অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক, $I = \frac{1}{3}ml^2 = \left\{\frac{1}{3} \times 0.5 \times (0.6)^2\right\} kgm^2 = 0.06kgm^2$ (**Ans.**)

ঘ. ধরি, চাকতির ব্যাসার্ধ = r । প্রশ্নমতে, $2\pi r = 0.6 \Rightarrow r = 0.0955m$

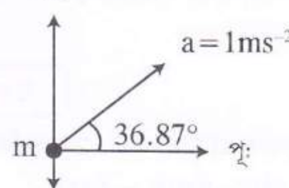
∴ P′Q′ অক্ষের সাপেক্ষে চাকতির জড়তার ভ্রামক, $I' = \frac{mr^2}{2} = \frac{0.5 \times (0.0955)^2}{2} = 2.2797 \times 10^{-3} kgm^2$

'গ' হতে পাই, দণ্ডের জড়তার ভ্রামক 0.06 kgm^2; সুতরাং, চাকতি ও দণ্ডের ভর সমান হওয়ার শর্তে, চাকতিটির পরিধি দণ্ডের দৈর্ঘ্যের সমান হলে উভয়ের জড়তার ভ্রামক ভিন্ন হবে।

28. **m = (10kg)** ভরের একটি বস্তুর উপর একই সময়ে তিনটি বল ক্রিয়া করছে যা ১ নং চিত্রে দেখানো হলো। **[All B'18]**



চিত্র-১



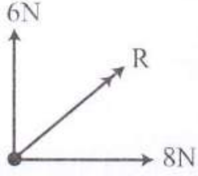
চিত্র-২

(গ) ১নং চিত্রে বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল নিট বলের মান কত? ৩

(ঘ) চিত্র-১ এর আলোকে চিত্র-২ এর সঠিকতা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. উত্তর দিক বরাবর বলের লব্ধি $= (8-2)\text{N} = 6\text{N}$



লব্ধি, $R = \sqrt{6^2 + 8^2 + 2 \times 6 \times 8 \times \cos 90°} = 10\text{N}$ (**Ans.**)

ঘ. লব্ধি ত্বরণ, $a = \frac{R}{m} = \frac{10}{10} = 1\text{ms}^{-2}$, ত্বরণের দিক হল বলেরও দিক।

ধরি, লব্ধি বল পূর্বের সাথে θ কোণ সৃষ্টি করে।

$\therefore \theta = \tan^{-1}\frac{6}{8} = 36.87°$

১ নং চিত্র হতে পাওয়া মানগুলো ২ নং চিত্রকেও সমর্থন করে। তাই চিত্র-২ সঠিক।

29. অপু **20 m** ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার মাঠের চতুর্পার্শ্বে সর্বোচ্চ **30°** কোণে কেন্দ্রের দিকে হেলানো অবস্থায় নিরাপদে সাইকেল চালাতে পারে। সে **20 kmh^{-1}** বেগে সাইকেল চালাচ্ছিল। **[All B'18]**

(গ) বৃত্তাকার পথে **5 km** এর সমান পথ অতিক্রম করতে কতবার মাঠ প্রদক্ষিণ করতে হবে? ৩

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত মাঠে দ্বিগুণ বেগে অপু ঐ পথ নিরাপদে অতিক্রম করতে পারবে? সত্যতা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

$S = n \times 2\pi r$

$\therefore n = \frac{S}{2\pi r} = \frac{5\times10^3}{2\times\pi\times20} = 39.79 \approx 40$

$\therefore$ প্রায় 40 বার মাঠ প্রদক্ষিণ করতে হবে।

দূরত্ব, $S = 5\text{km} = 5 \times 10^3\text{m}$
ব্যাসার্ধ, $r = 20\text{m}$

ঘ. আমরা জানি,

$\tan\theta = \frac{v^2}{rg} \Rightarrow v = \sqrt{rg\tan\theta}$

$= \sqrt{20 \times 9.8 \times \tan 30°} = 10.64\text{ms}^{-1}$

সর্বোচ্চ বেগ $= v$
ব্যাসার্ধ, $r = 20\text{m}$
কোণ, $\theta = 30°$

এখন, $20 \times 2\text{kmh}^{-1} = \frac{20\times2}{3.6} = 11.11\text{ms}^{-1} > 10.64\text{ms}^{-1}$

$\therefore$ অপু দ্বিগুণ বেগে ঐ পথ নিরাপদে অতিক্রম করতে পারবে না।

30. একটি সুউচ্চ অফিস বিল্ডিং-এ আরোহীসহ সর্বোচ্চ **400kg** ভরের ধারণক্ষমতা সম্পন্ন একটি লিফট দুই তলা হতে সাত তলার মধ্যে ওঠা-নামা করে। বিল্ডিংটির প্রতিটি ফ্লোরের উচ্চতা **3m**। উক্ত অফিসের একজনের ভর **45kg** এবং তিনি একদিন লিফটিতে চড়ে **2ms^{-2}** ত্বরণে উঠানামার সময় ওয়েট মেশিনে তার ওজন পরিমাপ করলেন। এক্ষেত্রে সর্বত্র অভিকর্ষজ ত্বরণের মান **9.8ms^{-2}**। **[DB'17]**

(ঘ) উক্ত ব্যক্তির ওজন ওয়েট মেশিনের সাহায্যে সেদিন সঠিকভাবে নির্ণয় করা গেল কিনা তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

উত্তর

ঘ. লিফটটি যেহেতু $a = 2\text{ms}^{-2}$ ত্বরণে ওঠানামা করে, সেহেতু তিনি তার ওজন সঠিকভাবে পরিমাপ করতে পারবেন না।

তার প্রকৃত ওজন, $W = mg = (45 \times 9.8)\text{N} = 441\text{N}$

লিফটটি ওঠার সময় আপাত ওজন, $W_{up} = m(g+a) = 45 \times (9.8+2)\text{N} = 531\text{N}$

লিফটটি নামার সময় আপাত ওজন, $W_{down} = m(g-a) = 45 \times (9.8-2)\text{N} = 351\text{N}$

$\therefore$ লিফটটি সমত্বরণে থাকলে ওজন সঠিকভাবে নির্ণয় করা যাবে না।

31. রাস্তার কোনো এক বাঁকের ব্যাসার্ধ **50m** এবং রাস্তার উভয় পার্শ্বের উচ্চতার পার্থক্য **0.5m,** রাস্তার প্রস্থ **5m**। **[RB'17]**

(গ) রাস্তার প্রকৃত ব্যাংকিং কোণ কত? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের রাস্তায় $108\ \text{kmh}^{-1}$ বেগে একটি গাড়ি নিরাপদে চালানো সম্ভব কিনা– গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ.

বাঁকের ব্যাসার্ধ, $r = 50$ m ; রাস্তার প্রস্থ, $d = 5$m

রাস্তার উভয় পার্শ্বের উচ্চতার পার্থক্য, $\Delta h = 0.5$ m

ধরি, রাস্তার ব্যাংকিং কোণ $= \theta$

$\therefore h_1 = (r - d)\sin\theta$ ও $h_2 = r\sin\theta \ \therefore \Delta h = h_2 - h_1 = d\sin\theta$

$\Rightarrow \theta = \sin^{-1}\left(\frac{\Delta h}{d}\right) \Rightarrow \theta = 5.74°$

ঘ. 'গ' হতে প্রাপ্ত, ব্যাংকিং কোণ, $\theta = 5.74°$

মনে করি, সর্বোচ্চ নিরাপদ বেগ, v_{safe}

আমরা জানি, $\tan\theta = \frac{v_{safe}^2}{rg}$ এখানে, $r =$ বাঁকের ব্যাসার্ধ $= 50$ m

$\Rightarrow v_{safe}^2 = \tan\theta . rg = \tan(5.74°) \times 50 \times 9.8\ m^2s^{-2} \Rightarrow Vsafe = 7.02\ ms^{-1}$

কিন্তু গাড়ির বেগ, $v_{car} = 108 kmh^{-1} = \frac{108\times10^3}{3600} ms^{-1} = 30 ms^{-1}$

$\because v_{car} > v_{safe}$; গাড়িটি নিরাপদে চালানো সম্ভব নয়।

32. মিটারগেজ ও ব্রডগেজ রেল লাইনের দু'টি পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব যথাক্রমে **0.8m** ও **1.3m**। যে স্থানে বাকের ব্যাসার্ধ **500m** ঐ স্থানের লাইনগুলোর মধ্যে উচ্চতার পার্থক্য যথাক্রমে **7.00cm** ও **11.37 cm.** **[SB'17]**

(গ) ১ম লাইনের ব্যাংকিং কোণ কত? ৩

(ঘ) কোন লাইনে রেলগাড়ি অধিক দ্রুততার সাথে বাঁক নিতে পারবে?–গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর। ৪

উত্তর

গ. 12 নং এর 'গ' এর অনুরূপ

ঘ. 12 নং এর 'ঘ' এর অনুরূপ

33. **60 kg** ভরের একজন নৃত্যশিল্পী দুহাত প্রসারিত করে মিনিটে ২০ বার ঘুরতে পারেন। তিনি একটি সংগীত এর সাথে তাল মেলানোর চেষ্টা করছিলেন। **[BB'17]**

(গ) নৃত্যশিল্পীকে সংগীত এর সাথে ঐকতানিক হতে মিনিটে ৩০ বার ঘুরলে জড়তার ভ্রামকদ্বয়ের তুলনা কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের নৃত্যশিল্পীর পরিবর্তিত কৌণিক গতিশক্তি দ্বিগুণ হবে কি? বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. আদি কৌণিক বেগ, $\omega_1 = 20$ rpm $= 20 \times \frac{2\pi}{60}$ rads^{-1} [rpm = rotation per minute] $= \frac{2\pi}{3}$ rads^{-1}

শেষ কৌণিক বেগ, $\omega_2 = 30$ rpm $= 30 \times \frac{2\pi}{60}$ rads^{-1} $= \pi$ rads^{-1}

আদি ও শেষ জড়তার ভ্রামক যথাক্রমে I_1 ও I_2 হলে, $I_1\omega_1 = I_2\omega_2 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{\pi}{\frac{2\pi}{3}} = \frac{3}{2} \therefore I_1 : I_2 = 3:2$

ঘ. 'গ' হতে পাই, আদি কৌণিক বেগ, $\omega_1 = \frac{2\pi}{3}$ rads^{-1}

শেষ কৌণিক বেগ, $\omega_2 = \pi$ rads^{-1} এবং আদি ও শেষ জড়তার ভ্রামকের অনুপাত, $I_1 : I_2 = 3 : 2$

আদি ও শেষ কৌণিক বেগের অনুপাত, $\omega_1 : \omega_2 = \frac{2\pi}{3} : \pi = 2:3$

$\therefore$ আদি কৌণিক গতিশক্তি, $E_1 = \frac{1}{2} I_1\omega_1^2$ ও শেষ কৌণিক গতিশক্তি, $E_2 = \frac{1}{2} I_2\omega_2^2$

$\therefore \frac{E_1}{E_2} = \left(\frac{I_1}{I_2}\right)\left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2 = \left(\frac{3}{2}\right)\left(\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{2}{3}$

$\therefore$ পরিবর্তিত কৌণিক গতিশক্তি দ্বিগুণ হবে না।

34. **30gm** ভরের একটি মার্বেল **$10ms^{-1}$** বেগে সোজা গিয়ে একটি স্থির মার্বেলকে ধাক্কা দেয়। ধাক্কার পর মার্বেলটি তার **75%** বেগ হারায় এবং স্থির মার্বেলটি **$9ms^{-1}$** বেগ লাভ করে স্থির অবস্থান থেকে **3m** দূরে একটি মাটির দেয়ালকে ধাক্কা দেয়, মাটির দেয়ালের বাঁধাদানকারী বল **3N**। (বাতাসের বাঁধা উপেক্ষা করে)। [JB'17]

(গ) স্থির মার্বেলটির ভর নির্ণয় কর। ৩

উত্তর

গ. ১ম মার্বেলের ভর, $m_1 = 30gm = 0.03kg$
১ম মার্বেলের আদিবেগ, $u_1 = 10\ ms^{-1}$
১ম মার্বেলের শেষবেগ, $v_1 = u_1 \times 25\% = \frac{10}{4}\ ms^{-1} = 2.5\ ms^{-1}$
২য় মার্বেলের আদিবেগ, $u_2 = 0\ ms^{-1}$
২য় মার্বেলের শেষবেগ, $v_2 = 9\ ms^{-1}$
২য় মার্বেলের ভর, $m_2 = ?$
ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে, $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$
$\Rightarrow 0.03 \times 10 + m_2 \times 0 = 0.03 \times 2.5 + m_2 \times 9 \Rightarrow m_2 = 0.025\ kg = 25\ gm$

35. নয়ন **25g** ভরের একটি পাথর খণ্ডকে **1m** দীর্ঘ একটি সুতার সাহায্যে বৃত্তাকার পথে ঘুরাচ্ছে। পাথর খণ্ডটি প্রতি সেকেন্ডে **5** বার ঘুরছে। পাথরের ঘূর্ণন সংখ্যা একই রেখে সুতার দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হল। সুতা সর্বাধিক **40N** বল সহ্য করতে পারে। [Din.B'17]

(গ) প্রথম ক্ষেত্রে পাথরটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩

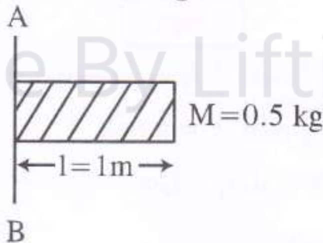
(ঘ) নয়ন সুতার দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করে ঘূর্ণন সফলভাবে সম্পন্ন করতে পারবে কিনা-গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. ভর, $m = 25g = 0.025\ kg$
কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{5\times2\pi}{1}\ rads^{-1} = 10\pi\ rads^{-1}$
ব্যাসার্ধ, $r = 1m$
$\therefore$ কৌণিক ভরবেগ $= m\omega r^2 = [0.025 \times 10\pi \times (1)^2]\ kgm^2s^{-1} = 0.785\ kgm^2s^{-1}$

ঘ. সুতার দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করলে, ব্যাসার্ধ, $r = 2m$
ভর, $m = 25\ gm = 0.025\ kg$
কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{5\times2\pi}{1}\ rads^{-1} = 10\pi\ rads^{-1}$
$\therefore$ কেন্দ্রমুখী বল, $F_c = m\omega^2 r = [0.025 \times (10\pi)^2 \times 2]N = 49.35\ N$
সর্বোচ্চ টান, $T_{max} = 40N$
$T_{max} < F_c \therefore$ সুতাটি ছিঁড়ে যাবে। নয়ন ঘূর্ণন সফলভাবে সম্পন্ন করতে পারবে না।

36. একটি আয়তাকার দণ্ড যার দৈর্ঘ্য **$l = 1m$** ও ভর **$M = 0.5kg$**। [DB'21]



(গ) দণ্ডটির জড়তার ভ্রামক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) যদি দণ্ডটিকে **1m** ব্যাসের পাতলা চাকতিতে পরিণত করা হয় তবে জড়তার ভ্রামকের কোনো পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. দণ্ডটি এক প্রান্ত দিয়ে দৈর্ঘ্যের লম্বভাবে গমনকারী সরলরেখার সাপেক্ষে ঘুরছে।
এক্ষেত্রে, $I = \frac{1}{3}Ml^2 = \frac{1}{3} \times 0.5\ kg \times (1m)^2 = 0.1667\ kg\ m^2$

ঘ.  দণ্ডের ভর 0.5kg ও ব্যাসার্ধ $= \frac{1m}{2} = 0.5m$

এক্ষেত্রে ভরকেন্দ্রগামী ও তলের উপর লম্ব অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক, $I_g = \frac{1}{2}Mr^2 = \frac{1}{2} \times 0.5kg \times (0.5m)^2$
$= \frac{1}{16}\ kg\ m^2 = 0.0625kgm^2$

 এখন, উদ্দীপকের ন্যায় এক প্রান্তে ঘূর্ণন অক্ষ রেখে ঘূর্ণায়মান হলে,
$I = I_g + Mr^2 = \frac{1}{16}kgm^2 + 0.5kg \times (0.5m)^2 = \frac{3}{16}\ kg\ m^2 = 0.1875\ kg\ m^2$

দেখা যায়, এক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক দন্ডের জড়তার ভ্রামক হতে ভিন্ন। ∴ জড়তার ভ্রামক পরিবর্তিত হবে।

37. **1m এবং 0.707m দৈর্ঘ্যের দুটি সরু সুষম দণ্ডের ভরদ্বয় যথাক্রমে 10 kg এবং 20 kg, এদের উভয়ই দৈর্ঘ্যের সাথে লম্বভাবে স্থাপিত এবং মধ্যবিন্দুগামী অক্ষের সাপেক্ষে প্রতি মিনিটে যথাক্রমে 300 বার এবং 360 বার একটি মোটরের সাহায্যে সমকৌণিক বেগে ঘুরছে। মোটরটি বন্ধ হয়ে গেলে ১ম দণ্ডটি 20s সময়ের মধ্যে থেমে যায়।** [JB'19]

(ঘ) ঘূর্ণনরত দণ্ডদ্বয়ের কৌণিক গতিশক্তির গাণিতিক তুলনা কর। ৪

উত্তর

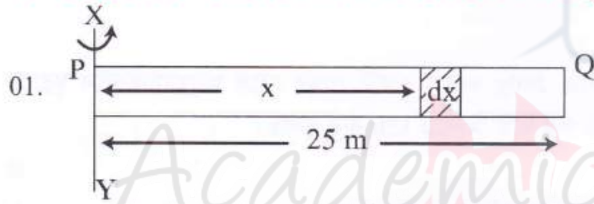
ঘ. ১ম দণ্ডের, $I = \frac{1}{12}\ ml^2 = \frac{1}{12} \times 10 \times 1^2 = \frac{5}{6}\ kg\ m^2 \therefore \omega = \frac{300 \times 2\pi}{60} = 10\pi\ rads^{-1}$

তাহলে, $E_{k_1} = \frac{1}{2}\ I\omega^2 = \frac{1}{2} \times \frac{5}{6} \times (10\pi)^2 = 411.23544\ J$

২য় দণ্ডের, $I = \frac{1}{12}\ ml^2 = \frac{1}{12} \times 20 \times (0.707)^2 = 0.833\ kgm^2 \therefore \omega = \frac{360}{60} \times 2\pi = 12\pi\ rads^{-1}$

এখন, $E_{k_2} = \frac{1}{2}\ I\omega^2 = \frac{1}{2} \times 0.833 \times (12\pi)^2 = 591.94\ J$; $\frac{E_{K_1}}{E_{K_2}} = \frac{411.23544}{591.94} \approx \frac{25}{36}$

◆ CQ: বোর্ড স্ট্যান্ডার্ড প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. 

(গ) দণ্ডটির ভর 2kg হলে এর জড়তার ভ্রামক কত? ৩

(ঘ) গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও যে, XY অক্ষটি দণ্ডটির প্রান্ত হতে মধ্যবিন্দুর দিকে নিয়ে ঘুরালে দণ্ডটির জড়তার ভ্রামক হ্রাস পায়। ৪

উত্তর

গ. 27 নং এর 'গ' এর অনুরূপ

ঘ. 15 নং এর 'ঘ' এর অনুরূপ

02. **500gm ভরের একটি বস্তু 2m ব্যাসার্ধ নিয়ে বৃত্তাকার পথে আবর্তনরত। বস্তুটির পর্যায়কাল 10 second।**

(গ) বস্তুটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বস্তুটির কেন্দ্রমুখী বল নির্ণয় কর এবং তার দিক সম্পর্কে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. 18 নং এর 'গ' এর অনুরূপ

ঘ. $r = 2m$; $T = 10s$; $m = 0.5\ kg$

∴ কেন্দ্রমুখী বল, $F = m\frac{v^2}{r} = \frac{m(\omega r)^2}{r} = m\ \omega^2 r = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \cdot r = 0.5\ \left(\frac{2\pi}{10}\right)^2 \cdot 2 = 0.395\ N$

এই বলের ক্রিয়ায় বস্তুটি সমদ্রুতিতে বৃত্তাকারপথে চলতে থাকে এবং এই বল সবসময় বস্তুর গতিপথের সঙ্গে লম্বভাবে ভেতরের দিকে অর্থাৎ, বৃত্তের কেন্দ্রাভিমুখে ক্রিয়া করে।

03. অনুপমা **0.6m** দৈর্ঘ্যের **100 gm** ভরের একটি সরু সুষম দণ্ডের প্রান্ত দিয়ে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে **$5 rads^{-1}$** কৌণিক বেগে ঘুরিয়ে দণ্ডটির কৌণিক গতিশক্তি নির্ণয় করল। অতঃপর দণ্ডটিকে গলিয়ে **6cm** ব্যাসার্ধের পাতলা বৃত্তাকার চাকতি তৈরি করে তার কেন্দ্র দিয়ে পৃষ্ঠের অভিলম্বভাবে গমনকারী অক্ষের সাপেক্ষে একই কৌণিক বেগে ঘুরালো।

(গ) অনুপমা দণ্ডটির কৌণিক গতিশক্তি কত নির্ণয় করেছিল? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের উল্লিখিত কোনো ক্ষেত্রে গতিশক্তি বেশি বিশ্লেষণ পূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. $M = 100gm = 0.1kg ; l = 0.6m ; \omega = 5rads^{-1}$

$\therefore$ কৌণিক গতিশক্তি $= \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{M}{3}l^2\right)\omega^2 = \frac{1}{2}\left\{\frac{0.1}{3} \times (0.6)^2\right\} \times 5^2 = 0.15J$

ঘ. প্রথম ক্ষেত্রে, গতিশক্তি $= 0.15J$ [গ-হতে]

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, $r = 6cm = 0.06m ; m = 100gm = 0.1 kg ; \omega = 5 rad\ s^{-1}$

$\therefore$ কৌণিক গতিশক্তি $= \frac{1}{2}\ I\omega^2 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}mr^2\right)\ \omega^2 = \frac{1}{2}\ \left(\frac{1}{2} \times 0.1 \times 0.06^2\right) \times 5^2 = 0.00225\ J < 0.015\ J$

$\therefore$প্রথম ক্ষেত্রে গতিশক্তি বেশি।

04. **300kg** ভরের একটি গাড়ি **200m** ব্যাসার্ধের একটি রাস্তার মোড়ে **$90kmh^{-1}$** বেগে বাঁক নিচ্ছে। ঐ স্থানে রাস্তাটি **5m** চওড়া এবং এর ভিতরের কিনারা হতে বাইরের কিনারা **1m** উঁচু।

(গ) গাড়ির উপর কেন্দ্রমুখী বল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) গাড়িটি কি রাস্তার মোড়ে নিরাপদে বাঁক নিতে পারবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. 21 নং এর 'গ' এর অনুরূপ

ঘ. 12 নং এর 'ঘ' এর অনুরূপ

05. ঝলক **100N** টান সহনশীল **100cm** দৈর্ঘ্যের একটি সুতার এক প্রান্তে **200g** ভরের একটি পাথর বেঁধে অনুভূমিকভাবে ঘুরাতে আরম্ভ করল। পাথরটি স্থির অবস্থান থেকে ঘুরতে আরম্ভ করে **3** মিনিট পর প্রতি মিনিটে **120** বার ঘুরছে।

(গ) পাথরটির টর্কের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ঝলক পাথরটি দ্বিগুণ বেগে ঘুরাতে পারবে কি? তোমার উত্তরের সপক্ষে গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

উত্তর

গ. শেষ কৌণিক বেগ, $\omega_f = 120\ rev\ min^{-1} = \frac{120 \times 2\pi\ rad}{60s} = 4\pi\ rads^{-1}$

আমরা জানি,

$\omega_f = \omega_0 + \alpha t \therefore 0 = 4\pi + \alpha \times 180$

$\therefore \alpha = 0.07\ rad\ s^{-2}$

$\therefore$ টর্ক, $\tau = I\alpha = mr^2 \cdot \alpha = (0.2) \times 1^2 \times (0.07) = 0.014Nm$

টর্কের মান $= 0.014\ Nm$

কৌণিক ত্বরণ$= \alpha$

আদি কৌণিক বেগ, $\omega_0 = 0 ; t = 180s$

$m = 200g = 0.2\ kg$

$r = 100\ cm = 1m$

ঘ. দ্বিগুণ বেগে ঘুরালে কৌণিক বেগ, $\omega = 240\ rev\ min^{-1} = \frac{240 \times 2\pi\ rad}{60s} = 25.13\ rad\ s^{-1}$

$m = 200g = 0.2\ kg ; r = 100\ cm = 1m$

$\therefore$ টান, $F = m\omega^2 r = 0.2 \times (25.13)^2 \times 1 = 126.3N > 100N$

$\therefore$ দ্বিগুণ বেগে ঘুরাতে পারবে না।

06. টেকনিক্যাল কলেজে **$80kgm^2$** জড়তার ভ্রামক বিশিষ্ট একটি ফ্লাইহুইল প্রতি **3** মিনিটে **12000** বার করে ঘুরছিলো। সুষম ব্রেক প্রয়োগে একে **45 sec** এ থামানো হলো।

(গ) ফ্লাইহুইলের উপর ব্রেকের মাধ্যমে প্রযুক্ত কৌণিক ত্বরণের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ব্রেক করা হতে থামা পর্যন্ত ফ্লাইহুইলটি আরও 2000 বার ঘুরবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ পূর্বক মন্তব্য কর। ৪

উত্তর

গ. আদি কৌণিক বেগ, $\omega_0 = \frac{12000 \times 2\pi \text{ rads}^{-1}}{3\times 60} = 133.33\pi \text{ rads}^{-1}$

সময়, t = 45s ; শেষ কৌণিক বেগ, $\omega_f = 0$; কৌণিক ত্বরণ, $\alpha = ?$

$\therefore \omega_f = \omega_0 + \alpha t \Rightarrow 0 = 133.33\pi \text{ rads}^{-1} + \alpha \times 45\text{s} \therefore \alpha = -9.31 \text{ rads}^{-2}$

ঘ. কৌণিক সরণ, $\theta - \theta_0 = \left(\frac{\omega_0+\omega_f}{2}\right) \times t = \left(\frac{133.33\pi+0}{2}\right) \times 45 = 3000\pi \text{ rad} = 1500 \text{ rev}$

অর্থাৎ, আরও 2000 বার ঘুরবে না।

07. **3.04×10^6 kg** ভরের একটি রকেট উল্লম্ব দিকে **3.40×10^7N** ধাক্কা লাভ করায় উৎক্ষেপণের **150 sec** পর **2390 ms^{-1}** বেগ প্রাপ্ত হলো।

(গ) রকেটটির উড্ডয়নের শুরুতে ত্বরণ কত ছিল? ৩

(ঘ) **150sec** পর গড় ত্বরণ বের করে আদি ত্বরণ থেকে তা ভিন্ন হওয়ার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $F = 3.40 \times 10^7$ N, $M = 3.04 \times 10^6$ kg. $\therefore$ ত্বরণ, $a = \frac{F}{M} = \frac{3.40\times10^7}{3.04\times10^6} \text{ms}^{-2} = 11.18 \text{ ms}^{-2}$

ঘ. $u = 0 ; v = 2390 \text{ ms}^{-1} ; t = 150 \text{ sec} \therefore v = u + at \Rightarrow \frac{v-u}{t} = a \therefore a = \frac{2390\text{ms}^{-1}-0}{150\text{s}} = 15.93\text{ms}^{-2}$

আদি ত্বরণে বিপরীতমুখী অভিকর্ষজ ত্বরণ এবং রকেটের মোট ভর বেশি থাকে। রকেটটি উপরে উঠতে থাকলে গ্যাস নির্গমনের কারণে রকেটের মোট ভর কমতে থাকে ফলে উর্ধ্বমুখী ধাক্কা স্থির থাকায় ত্বরণ বেশি হয়। একই সাথে বিপরীতমুখী অভিকর্ষজ ত্বরণও কমে যায়। এজন্য গড় ত্বরণ আদি ত্বরণ থেকে বেশি।

08.

A(4kg) — 2m — D(2kg); 2m | 2m; B(5kg) — 2m — C(3kg)

ABCD একটি বর্গ। প্রত্যেকটি বাহুর দৈর্ঘ্য **2m**। **A, B, C** ও **D** বিন্দুতে যথাক্রমে **4kg, 5kg, 3kg** এবং **2kg** ভর স্থাপন করা হলো। এটিকে ভর সমবণ্টনের মাধ্যমে **2m** ব্যাসার্ধের একটি নিরেট সিলিন্ডারের চোঙ বানানো হলো। তারপর সিলিন্ডারের কেন্দ্রগামী অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক বের করা হলো।

(গ) বর্গের কেন্দ্র ও তলের ওপর লম্বগামী অক্ষের সাপেক্ষে ব্যবস্থাটির জড়তার ভ্রামক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কোনো ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক বেশি হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. A(4kg) 2m D(2kg); 2m O 2m; B(5kg) 2m C(3kg)

$r = \sqrt{2^2+2^2} = 2\sqrt{2}\text{m}; OA = OB = OC = OD = \frac{r}{2} = \sqrt{2}\text{m}$

$m_1 = 4\text{kg}, m_2 = 5\text{kg}, m_3 = 3\text{kg}, m_4 = 2\text{kg}$

$\therefore$ জড়তার ভ্রামক, $I_1 = m_1\left(\frac{r}{2}\right)^2 + m_2\left(\frac{r}{2}\right)^2 + m_3\left(\frac{r}{2}\right)^2 + m_4\left(\frac{r}{2}\right)^2$

$= (4\times2 + 5\times2 + 3\times2 + 2\times2)\text{kgm}^2 = 28 \text{ kgm}^2$

ঘ. $r = 2\text{m} ; M = 5\text{kg} + 3\text{kg} + 2\text{kg} + 4\text{kg} = 14\text{kg}$

$\therefore$ জড়তার ভ্রামক, $I_2 = \frac{1}{2}mr^2 = \frac{1}{2}\times14\times(2)^2 = 28 \text{ kgm}^2$ $\therefore$ উভয়ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক সমান।

09.

$v_{01} = 8\text{ms}^{-1}$ $v_{02} = 10\text{ms}^{-1}$

$m_1 = 50\text{kg}$ $m_2 = 30\text{kg}$

সংঘর্ষের পূর্বে সংঘর্ষের পরে

(গ) সংঘর্ষের পর বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ কত হবে নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে প্রদর্শিত সংঘর্ষে ভরবেগ ও গতিশক্তি উভয়ই সংরক্ষিত থাকবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. 25 নং এর 'গ' এর অনুরূপ

ঘ. 25 নং এর 'ঘ' এর অনুরূপ



অধ্যায় ০৫
কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা

এই অধ্যায়ের বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ:

বোর্ড	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
	ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা	1	2	1	1	5	2	3	2	2	6		3	1	1	2	1	2	1	1	3	1		1		3
রাজশাহী	1	1	1	1	2	2	1	2	2	6	1		1	1	2	সকল বোর্ড						1	1	1	3
চট্টগ্রাম	1	1	1	1	3	2	1	1	1	7											1	1	1	2	2
সিলেট	1	2	1	1	4	2	2	2	1	4	2		1	2	1										4
বরিশাল	1	1	1	1	4	1	2	2	2	5	1		1	1	2							1			2
যশোর	1	1	1	1	3	2	2	1	1	4	1	2	1	2	2						1	1		1	2
কুমিল্লা	1	1	1	1	4	1	2	1	1	4			1	1	4										1
দিনাজপুর	1	1	1	1	4	1	1	2	2	4	1	1		1	1						1	2		1	1
ময়মনসিংহ	1				1	2	2	2	2	5															

বি.দ্র.- ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই এবং ২০১৮ সালে সকল বোর্ডে অভিন্ন প্রশ্ন পদ্ধতিতে পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয়।

গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা ও তথ্যাবলি

◈ **সংরক্ষণশীল বল:**

যে বল কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়া করলে তাকে যে কোনো পথে ঘুরিয়ে পুনরায় প্রাথমিক অবস্থানে আনলে বল কর্তৃক কৃতকাজ শূন্য হয় তাকে সংরক্ষণশীল বল বলে। উদাহরণ- অভিকর্ষীয় বল, বৈদ্যুতিক বল, আদর্শ স্প্রিং- এর বিকৃতি প্রতিরোধী বল, তড়িৎ বল, চৌম্বক বল ইত্যাদি।

◈ **সংরক্ষণশীল বলের বৈশিষ্ট্য:**

(i) সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজ সম্পূর্ণভাবে পুনরুদ্ধার করা যায়।

(ii) একটি বস্তুকে এক স্থান হতে অন্য স্থানে স্থানান্তরের কাজ পথের উপর নির্ভর করে না; কেবল বস্তুর আদি ও চূড়ান্ত অবস্থানের উপর নির্ভর করে।

(iii) সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজের ক্ষেত্রে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতার সূত্র খাটে। অর্থাৎ, $E_p + E_k =$ ধ্রুবক।

◈ বিভবশক্তি reference level এর সাপেক্ষে নির্ণয় করতে হবে। reference level বদলে গেলে বিভবশক্তিও ভিন্ন হবে।

◈ গতিশক্তি সর্বদা ধনাত্মক।

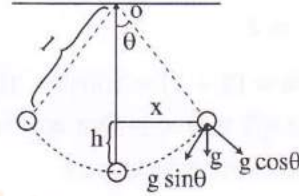
◈ n-সংখ্যক ইটকে যাদের প্রত্যেকের উচ্চতা h। তাদের একের উপর এক ইট রেখে একটি স্তম্ভ তৈরি করতে কৃতকাজ (ইটগুলোর প্রতিটির ভর m) $= {}^nC_2 \times mgh = mgh \times \frac{n(n-1)}{2}$

◈ একটি স্প্রিংকে n সংখ্যক সমান টুকরা করলে, (যদি পূর্বে স্প্রিং ধ্রুবক k থাকে) প্রতিটি টুকরার স্প্রিং ধ্রুবক = nk

◈ যদি একটি স্প্রিংকে m:n ভাগে বিভক্ত করা হয়, তবে নতুন স্প্রিং ধ্রুবক, $k_m = \frac{m+n}{m} \times k$; $k_n = \frac{m+n}{n} \times k$

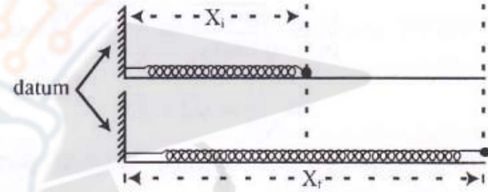
প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

- (a) ধ্রুব বল দ্বারা কৃতকাজের সমীকরণ, $W = Fs\cos\theta$।
  যেখানে, W = কৃতকাজ, F = প্রয়োগকৃত বল এবং $s\cos\theta$ = বলের দিকে সরণের উপাংশ।
  (c) অভিকর্ষীয় বলের বিরুদ্ধে কাজ, $W = mgh$। এখানে, m = বস্তুর ভর ; g = অভিকর্ষজ ত্বরণ এবং h = ভরকেন্দ্রের উল্লম্ব সরণ।
- (a) সরল দোলকের ক্ষেত্রে বিভবশক্তি, $E_p = mgh$
  (i) $h = l(1-\cos\theta)$
  (ii) $h = l - \sqrt{l^2 - x^2}$
  (b) ববের সর্বোচ্চ গতিশক্তি, $\frac{1}{2}mv_{max}^2 = mgh$



- পরিবর্তনশীল বল দ্বারা কৃত কাজ, $W = \int_{x_1}^{x_2} F(x)dx$

  স্প্রিং সম্প্রসারণে স্প্রিং বল কর্তৃক কৃতকাজ, $W = \frac{1}{2}k(x_i^2 - x_f^2)$।
  যেখানে, k = স্প্রিং ধ্রুবক; x_i = সাম্যাবস্থান হতে আদি দূরত্ব।
  x_f = সাম্যাবস্থান হতে শেষ দূরত্ব।



- মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে, এজেন্ট কর্তৃক কৃতকাজ, $W = GMm\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$; r_1 = আদি দূরত্ব; r_2 = যে দূরত্বে নিতে বলা হয়েছে।
- (a) স্থিতিশক্তি, $E_p = mgh$
  (b) স্প্রিং এর স্থিতিশক্তি, $E_p = \frac{1}{2}kx^2$।
  (শিথিল অবস্থা হতে স্প্রিং এর প্রান্ত x একক পর্যন্ত সংকুচিত/প্রসারিত করা হয়েছে)
- (a) গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
  (b) $E_k = \frac{1}{2}\cdot\frac{p^2}{m}$ যেখানে, p = বস্তুর ভরবেগ। m = বস্তুর ভর।
- কাজ শক্তি উপপাদ্য: গতিশক্তির পরিবর্তন= কৃতকাজ $= W = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2)$
- (a) দক্ষতা, $\eta = \frac{\text{প্রাপ্ত ক্ষমতা}}{\text{প্রদত্ত ক্ষমতা}} \times 100\% = \frac{P'}{P} \times 100\%$
  (b) দক্ষতা, $\eta = \frac{\text{প্রাপ্ত কাজ}}{\text{প্রদত্ত শক্তি}} \times 100\% = \frac{W}{E} \times 100\%$
  (c) দক্ষতা, $\eta = \frac{\text{প্রদত্ত শক্তি – বর্জিত শক্তি}}{\text{প্রদত্ত শক্তি}} \times 100\% = \frac{E_1 - E_2}{E_1} \times 100\%$
- ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{\vec{F}\cdot\vec{s}}{t} = \vec{F}\cdot\vec{v}$ আবার, $P = \frac{mgh}{t}$
- সংরক্ষণশীল বলের ক্ষেত্রে, স্থিতিশক্তি + গতিশক্তি = ধ্রুবক

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও সমাধান

MCQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্ন ও সমাধান

01. একটি বস্তুর উপর $\vec{F} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k})$ N বল প্রয়োগের ফলে সেটি $(3, 2, -1)$ বিন্দু হতে $(4, 5, 1)$ বিন্দুতে স্থানান্তরিত হয়। এক্ষেত্রে কৃতকাজ কত হবে? [DB'22]
(a) 3 জুল (b) 4 জুল (c) 2 জুল (d) 0
সমাধান: (a); $\vec{s} = (4\hat{i} + 5\hat{j} + \hat{k}) - (3\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}) = (\hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k})$
$W = \vec{F}\cdot\vec{s} = (2\hat{i} + 3\hat{j} - 4\hat{k})\cdot(\hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k}) = 2 + 9 - 8 = 3$ J

02. নিচের কোনটি সংরক্ষণশীল বলের উদাহরণ? [DB'22]
(a) ঘর্ষণ বল (b) সান্দ্রবল [Ans: c]
(c) অভিকর্ষীয় বল (d) ঘাত বল

03. কোনো বস্তুর গতিশক্তি 300% বৃদ্ধি করলে এর ভরবেগ বৃদ্ধি পাবে – [DB'22]
(a) 100% (b) 200%
(c) 300% (d) 400%

সমাধান: (a); 300% বৃদ্ধিতে, শেষ ও আদি গতিশক্তির অনুপাত $= \frac{E_{k_f}}{E_{k_i}} = \frac{E_{k_i}(1+300\%)}{E_{k_i}} = \frac{E_{k_i}(1+3)}{E_{k_i}} = 4$

$\therefore$ শেষ ও আদি ভরবেগের অনুপাত $= \frac{p_f}{p_i} = \frac{\sqrt{2m\,E_{k_f}}}{\sqrt{2m\,E_{k_i}}}$

$= \sqrt{\frac{E_{k_f}}{E_{k_i}}} = \sqrt{4} = 2$

$\therefore$ ভরবেগের বৃদ্ধি $= (2-1) \times 100\% = 100\%$

04. m ও 3m ভরের দুটি বস্তুর গতিশক্তির অনুপাত 2 : 1 হলে তাদের রৈখিক ভরবেগের অনুপাত কত? [DB'22]

(a) 2 : 3 (b) $1 : \sqrt{3}$ (c) $\sqrt{2} : \sqrt{3}$ (d) $\sqrt{3} : \sqrt{2}$

সমাধান: (c); $\frac{p_1}{p_2} = \sqrt{\frac{2m_1E_{k_1}}{2m_2E_{k_2}}} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2} \times \frac{E_{k_1}}{E_{k_2}}} = \sqrt{\frac{m}{3m} \times \frac{2}{1}}$

$= \sqrt{\frac{2}{3}} = \sqrt{2} : \sqrt{3}$

05. কাজ শক্তি উপপাদ্য অনুসারে কৃতকাজ নিচের কোন রাশিটির পরিবর্তনের সমান? [DB'22; SB'17][Ans: d]

(a) ভরবেগ (b) বিভব শক্তি
(c) তাপমাত্রা (d) গতিশক্তি

06. দুটি স্প্রিং এর বল ধ্রুবক $200\ Nm^{-1}$ ও $300\ Nm^{-1}$ হলে শ্রেণি সমবায়ে তাদের বল ধ্রুবক কত হবে? [RB'22]

(a) $100\ Nm^{-1}$ (b) $120\ Nm^{-1}$
(c) $250\ Nm^{-1}$ (d) $500\ Nm^{-1}$

সমাধান: (b); শ্রেণি সমবায়ে বল ধ্রুবক,

$k_s = \left(\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{200} + \frac{1}{300}\right)^{-1} = 120\ Nm^{-1}$

07. একটি বস্তুর গতিশক্তি দ্বিগুণ হলে এর বেগ হবে আদিবেগের – [RB'22]

(a) 100% (b) 141% (c) 200% (d) 400%

সমাধান: (b); $\frac{E_k'}{E_k} = \frac{\frac{1}{2}mv'^2}{\frac{1}{2}mv^2} \Rightarrow 2 = \frac{v'^2}{v^2}$

$\Rightarrow v' = \sqrt{2}v$ অর্থাৎ, $v' = 1.41v$

08. 35 m উচ্চতা হতে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে ভূমি হতে কত উচ্চতায় এর গতিশক্তি বিভব শক্তির দ্বিগুণ হবে? [Ctg.B'22]

(a) 11.67 m (b) 15 m (c) 20 m (d) 23.33 m

সমাধান: (a); ভূমি হতে x উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ হলে, $\frac{35-x}{x} = \frac{2}{1} \Rightarrow 35 - x = 2x \Rightarrow 3x = 35$

$\therefore x = 11.67$ m

09. কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ– [Ctg.B'22;SB'22; BB'22; CB'22;Ctg.B'21; DB'19][Ans: c]

(a) অসীম (b) ধনাত্মক (c) শূন্য (d) ঋণাত্মক

10. একজন লোক 40 kg ভরের একটি বোঝা মাথায় নিয়ে 2 মিনিট দাঁড়িয়ে থাকলে তার কাজের পরিমাণ কত? [Ctg.B'22][Ans: a]

(a) 0 J (b) 80 J (c) 392 J (d) 4800 J

11. 60 m উচ্চতা হতে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে ভূমি হতে কত উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির অর্ধেক হবে? [SB'22]

(a) 10 m (b) 20 m (c) 30 m (d) 40 m

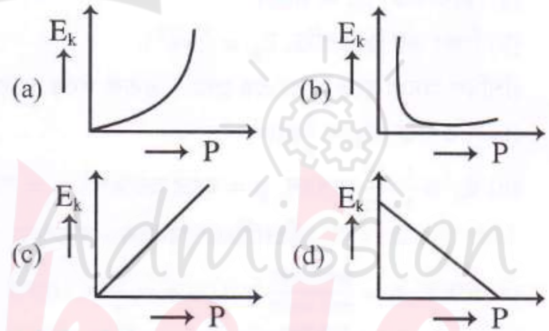
সমাধান: (b); ভূমি হতে x উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির অর্ধেক হলে,

$\frac{x}{60-x} = \frac{1}{2} \Rightarrow 2x = 60 - x \Rightarrow 3x = 60 \therefore x = 20$ m

12. স্প্রিংকে প্রসারিত করলে এর মধ্যে কোন ধরনের শক্তি সঞ্চিত হয়?[SB'22; CB'22; BB'19; All B'18][Ans: a]

(a) বিভব শক্তি (b) গতিশক্তি
(c) রাসায়নিক শক্তি (d) তাপশক্তি

13. বস্তুর ভর ধ্রুবক হলে, রৈখিক ভরবেগ (P) বনাম গতিশক্তি (E_k) লেখচিত্রটি হবে – [SB'22; Din.B'21; SB'19]



সমাধান: (a); $P \propto v$ এবং $E_k \propto v^2$

14. গতিশীল বস্তুর বেগ দুই-তৃতীয়াংশ হলে গতিশক্তি কতগুণ হবে? [BB'22]

(a) $\frac{1}{9}$ (b) $\frac{2}{9}$ (c) $\frac{4}{9}$ (d) $\frac{16}{9}$

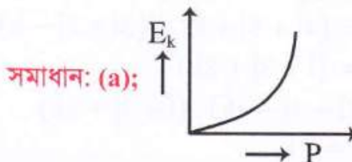
সমাধান: (c); $E_k \propto v^2$

$\therefore \frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = \frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{\left(\frac{2}{3}v_1\right)^2}{v_1^2} = \frac{\frac{4}{9}v_1^2}{v_1^2} = \frac{4}{9} \Rightarrow E_{k_2} = \frac{4}{9}\ E_{k_1}$

15. কোনো একটি বস্তুকণার গতিশক্তি (E_k) ও ভরবেগ (p) এর মধ্যকার লেখচিত্র একটি– [BB'22]

(a) পরাবৃত্ত (b) আয়তাকার অধিবৃত্ত
(c) সরলরেখা (d) উপবৃত্ত

সমাধান: (a);



নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
15 m উঁচু একটি গাছের ঢাল হতে 200 gm ভরের একটি আম নিচের কাদা মাটিতে পড়ে 10 cm গর্তের সৃষ্টি করে। $[g = 9.8 \text{ ms}^{-2}]$

16. ভূমি হতে কত উচ্চতায় আমটির বিভবশক্তি এর গতিশক্তির দ্বিগুণ? **[BB'22; Din.B'21]**
(a) 5 m (b) 8 m (c) 10 m (d) 12 m
সমাধান: (c); বিভবশক্তি $= mgh$;
গতিশক্তি $= mg(15 - h)$
এখন, $2mg\,(15 - h) = mgh \Rightarrow 30 - 2h = h$
$\Rightarrow 3h = 30 \therefore h = 10m$

17. কাদা মাটির গড় প্রতিরোধ বল কত? **[BB'22; Din.B'21]**
(a) 29.40 N (b) 292.04 N
(c) 294.00 N (d) 295.96 N
সমাধান: (d); $mg(h + x) = Fx$
$\Rightarrow F = \frac{0.2 \times 9.8 \times (15+0.1)}{0.1} N = 295.96N$

18. কোনো বস্তু তার অবস্থানের কারণে কী অর্জন করে থাকে? **[JB'22][Ans: a]**
(a) বিভব শক্তি (b) গতিশক্তি
(c) কাজ (d) ক্ষমতা

19. 100 kg ভরের একটি বস্তুর ভরবেগ 200 kgms^{-1} হলে এর গতিশক্তি কত হবে? **[JB'22]**
(a) 8×10^6 J (b) 4×10^4 J
(c) 400 J (d) 200 J
সমাধান: (d); $v = \frac{p}{m} = \frac{200}{100} \text{ms}^{-1} = 2\text{ms}^{-1}$
$\therefore E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 100 \times 2^2 = 200$ J

20. সংরক্ষণশীল বলের বৈশিষ্ট্য প্রকাশের ক্ষেত্রে- **[JB'22]**
(i) বল শুধু অবস্থানের উপর নির্ভরশীল **[Ans: b]**
(ii) শুধু বস্তুর আদি ও যে কোনো অবস্থানের উপর নির্ভর করে
(iii) কৃতকাজ সম্পূর্ণরূপে পুনরুদ্ধার করা যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

21. কোনটি অসংরক্ষণশীল বল? **[CB'22; RB'21][Ans: d]**
(a) মাধ্যাকর্ষণ বল (b) বিদ্যুৎ বল
(c) চৌম্বক বল (d) সান্দ্র বল

22. ঘর্ষণ বল দ্বারা বস্তুর উপর কৃতকাজ– **[CB'22][Ans: b]**
(a) ধনাত্মক (b) ঋণাত্মক
(c) শূন্য (d) বল × মন্দন

23. Nm একক হয় – **[Din.B'22][Ans: c]**
(i) কৌণিক ভরবেগের (ii) কাজের
(iii) বলের ভ্রামকের
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

24. m ভরের একটি বস্তু h উচ্চতা থেকে ভূমিতে পড়ল। ভূমি থেকে কত উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির তিনগুণ হবে? **[Din.B'22]**
(a) $\frac{2h}{3}$ (b) $\frac{h}{2}$ (c) $\frac{h}{3}$ (d) $\frac{h}{4}$
সমাধান: (d); ভূমি হতে x উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির তিনগুণ হলে, $\frac{h-x}{x} = \frac{3}{1} \Rightarrow h - x = 3x \Rightarrow 4x = h$
$\therefore x = \frac{h}{4}$

25. দুটি বস্তুর গতিশক্তি সমান। প্রথমটির ভর অন্যটির চারগুণ হলে এদের ভরবেগের অনুপাত কত? **[Din.B'22]**
(a) 2 : 1 (b) 4 : 1 (c) 1 : 2 (d) 1 : 4
সমাধান: (a); $\frac{1}{2} \times 4m \times v_1^2 = \frac{1}{2} \times m \times v_2^2$
$\Rightarrow \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{1}{4} \therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{2} \therefore \frac{p_1}{p_2} = \frac{4m \times v_1}{m \times v_2} = 4 \times \frac{v_1}{v_2}$
$= 4 \times \frac{1}{2} = \frac{2}{1} = 2 : 1$

26. একটি বন্দুকের গুলির ভর ও বেগ যদি দ্বিগুণ করা হয় তাহলে গতিশক্তি কত গুণ হবে? **[Din.B'22]**
(a) 2 গুণ (b) 4 গুণ (c) 8 গুণ (d) 16 গুণ
সমাধান: (c); $E_{k_f} = \frac{1}{2} \times (2m) \times (2v)^2$
$= \frac{1}{2} \times 2m \times 4v^2 = 8 \times \frac{1}{2}mv^2 = 8 \times E_{k_i}$

27. একটি ইটের দৈর্ঘ্য 0.48 m, প্রস্থ 0.24 m এবং উচ্চতা 0.12 m । এর ভর 2.5 kg। ইটের দৈর্ঘ্যকে অনুভূমিক অবস্থান হতে উল্লম্ব অবস্থানে রাখতে কী পরিমাণ কাজ করতে হবে? **[MB'22]**
(a) 5.88 J (b) 4.41 J (c) 3.456 J (d) 1.764 J
সমাধান: (b); কৃতকাজ, $W = mg\left(\frac{l}{2} - \frac{h}{2}\right)$
$= 2.5 \times 9.8 \times \left(\frac{0.48}{2} - \frac{0.12}{2}\right) = 4.41$ J

28. M ভরের একটি বস্তুর গতিশক্তি E হলে এর ভরবেগ কত? **[DB'21]**
(a) $M\sqrt{2E}$ (b) $(\sqrt{2}m)E$ (c) $\sqrt{2ME}$ (d) $\sqrt{\frac{1}{2}ME}$
সমাধান: (c); $\frac{p^2}{2M} = E \Rightarrow p = \sqrt{2ME}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোনো বস্তুতে $\vec{F} = (3\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k})$N মানের বল 2 sec ক্রিয়া করায় বলের দিকে বস্তুর বেগ হয় $\vec{v} = (\hat{i} + 2\hat{j} + \hat{k})\text{ ms}^{-1}$।

29. ক্ষমতা কত? **[DB'21]**
(a) $(4\hat{i} + 4\hat{j})$W (b) $(4\hat{i} - 4\hat{j} + 4\hat{k})$W
(c) 6W (d) 8W
সমাধান: (c); $P = \vec{F} \cdot \vec{v} = 3 + 4 - 1 = 6W$

30. বলের দ্বারা কৃতকাজ কত? **[DB'21]**
(a) 12 J (b) 16 J
(c) $2(4\hat{i} + 4\hat{j})$ J (d) $\frac{1}{2}(4\hat{i} - 4\hat{j} + 4\hat{k})$ J
সমাধান: (a); 12 J (W = Pt)



31. সর্বোচ্চ কাজের জন্য প্রযুক্ত বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ– [DB'21][Ans: a]
(a) 0° (b) 30° (c) 60° (d) 90°

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
40m উঁচু হতে একটি বস্তু ভূমিতে পড়ল। $(g = 9.8ms^{-2})$

32. ভূমি হতে কত উচ্চতায় বস্তুটির গতিশক্তি বিভব শক্তির দ্বিগুণ হবে? [DB'21]
(a) 13.33m (b) 20m (c) 26.67m (d) 40m
সমাধান: (a); গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ।
অর্থাৎ, $= n = 2;\ x = \frac{h}{n+1} = \frac{40}{2+1} = 13.33m$

33. $100\ Nm^{-1}$ স্প্রিং ধ্রুবকসম্পন্ন একটি স্প্রিংকে 2 cm প্রসারিত করতে দৈর্ঘ্য বরাবর প্রযুক্ত বল হবে– [DB'21]
(a) −1N (b) 0.02N (c) 2N (d) 200 N
সমাধান: (c); $F = kx = 100Nm^{-1} \times (0.02m) = 2N$

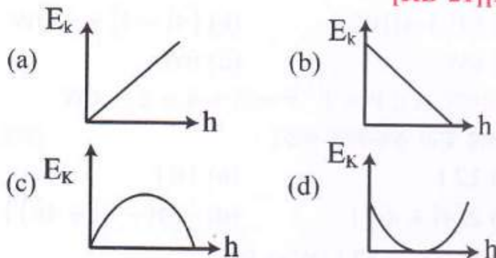
34. কোনো কণার উপর প্রযুক্ত বল $\vec{F} = (\hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k})N$ বল প্রয়োগে $\vec{s} = (2\hat{i} - 3\hat{j} - \hat{k})m$ সরণ হলো। বল দ্বারা কৃতকাজ কত? [RB'21]
(a) −3 J (b) 1 J (c) 3 J (d) 7 J
সমাধান: (b); $\vec{F} \cdot \vec{s} = 2 - 3 + 2 = 1\ J$

35. 1 kg ও 9kg ভরের দুটি বস্তু সমান গতিশক্তিতে গতিশীল। এদের ভরবেগের অনুপাত কত? [RB'21]
(a) 1: 3 (b) $\sqrt{3:1}$ (c) 3: 1 (d) 1: 9
সমাধান: (a); $p = \sqrt{2mE} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \sqrt{\frac{1}{9}} = \frac{1}{3}$

36. বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ কত হলে বলের দ্বারা কাজ সম্পন্ন হবে? [SB'19][Ans: a]
(a) 45° (b) 120° (c) 180° (d) 200°

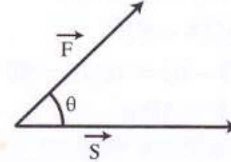
37. কোনো যন্ত্র কর্তৃক F ধ্রুব বল প্রয়োগে কোনো বস্তু v ধ্রুব বেগে গতিশীল হলে যন্ত্রের ক্ষমতা কত? [RB'21][Ans: b]
(a) $P = Fv^2$ (b) $P = Fv$ (c) $P = F^2v$ (d) $P = \frac{F}{v}$

38. কোনো বস্তুকে ভূমি হতে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করার কিছু সময় পর আবার ভূমিতে ফিরে এলো। উচ্চতা (h) বনাম গতিশক্তি (E_k) এর লেখচিত্র কোনটি নির্দেশ করে? [RB'21][Ans: b]



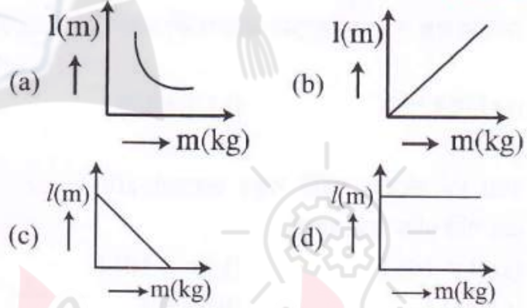
39. 2kg ভরের 1.5m লম্বা একটি রডকে শায়িত অবস্থা হতে খাড়া করতে কী পরিমাণ কাজ করতে হবে? [RB'21]
(a) 0 J (b) 14.7 J (c) 29.4 J (d) 44.1 J
সমাধান: (b); ভারকেন্দ্রের সরণ, $\frac{l}{2} = \frac{1.5}{2} = 0.75m$
$\therefore W = mg\frac{l}{2} = 2 \times 9.8 \times 0.75 = 14.7J$

40. $\vec{F}$ ও $\vec{S}$ যথাক্রমে বল ও সরণ হলে θ এর কোন মানের জন্য কাজ শূন্য হয়? [Ctg.B'21]



(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°
সমাধান: (c); $W = FS\cos 90° = 0$

41. দোলনরত একটি স্প্রিং এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি বনাম ভর লেখচিত্র কোনটি? [Ctg.B'21]



সমাধান: (b); $kx = mg \Rightarrow x = \left(\frac{m}{k}\right)g$

42. যদি গতিশক্তি = K, ভর = m ও ভরবেগ = p হয়, তবে কোন সম্পর্কটি সঠিক? [Ctg.B'21;CB'21;SB'17][Ans: d]
(a) $K = \frac{2p^2}{m}$ (b) $K = \frac{2p}{m}$ (c) $K = \frac{p}{2m}$ (d) $K = \frac{p^2}{2m}$

43. বল $\vec{F}$ ও সরণ $\vec{r}$ উভয়ই ভেক্টর রাশি হলে এদের স্কেলার গুণফলে কী রাশি উৎপন্ন হবে? [Ctg.B'21][Ans: c]
(a) ক্ষমতা (b) শক্তি (c) কাজ (d) টর্ক

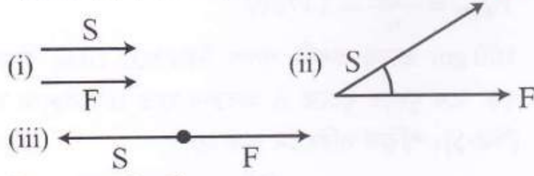
44. 200 gm ভরের একটি বস্তু 10m উপর থেকে পড়লে ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে এর গতিশক্তি কত? [Ctg.B'21]
(a) 19.6 J (b) 39.2 J (c) 78.4 J (d) 98 J
সমাধান: (a); $E_k = mgh = 0.2 \times 9.8 \times 10J = 19.6\ J$

45. নিচের কোনটি ধনাত্মক কাজের শর্ত? [Ctg.B'21; JB'21]
(a) $0° \le \theta < 90°$ (b) $0° < \theta < 90°$
(c) $0° \le \theta \le 90°$ (d) $0° < \theta \le 90°$

46. বিভিন্ন ক্ষেত্রে ক্ষমতার সমীকরণকে প্রকাশ করা যায়- [SB'21][Ans: a]
(i) $P = \frac{Fr\cos\theta}{t}$ (ii) $P = F \cdot V$ (iii) $P = \frac{\tau}{t}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

47. CGS পদ্ধতিতে কাজের একক কোনটি? [SB'21][Ans: c]
(a) Joule (b) Ft-Poundal
(c) Erg (d) Nm

48. কাজের মান সর্বাধিক হবে- [SB'21]



নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); সঠিক উত্তর হবে শুধু (i)

49. একটি কণার উপর, $\vec{F} = (5\hat{i} + 3\hat{j} - 3\hat{k})N$ বল প্রয়োগ করার ফলে যদি কণাটির সরণ $\vec{r} = (4\hat{i} - 3\hat{j} + 3\hat{k})m$ হয় তাহলে এক্ষেত্রে কৃতকাজের মান নির্ণয় কর। [SB'21]
(a) 20 J (b) 9 J (c) 2 J (d) 1 J
সমাধান: (c); $\vec{F} \cdot \vec{r} = 20 - 9 - 9 = 2$ J

50. বিভবশক্তির মাত্রা কোনটি? [BB'21][Ans: a]
(a) ML^2T^{-2} (b) ML^2T^{-1} (c) MLT^{-2} (d) $ML^{-2}T^{-2}$

51. ভর এবং বেগ উভয়কে বৃদ্ধি করে যথাক্রমে তিনগুণ করা হলে গতিশক্তির বৃদ্ধির পরিমাণ কতগুণ হবে? [BB'21]
(a) 27 (b) 21 (c) 18 (d) 8
সমাধান: (a); $E_{k_1} = \frac{1}{2}mv^2$;
$E_{k_2} = \frac{1}{2}(3m) \times (3v)^2 = \frac{1}{2} \times 27mv^2 = 27E_{k_1}$

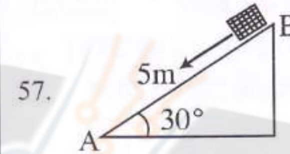
52. 85% দক্ষতা সম্পন্ন 2.5 kW ক্ষমতার একটি মোটরচালিত পাম্প দ্বারা একটি কূপ হতে গড়ে 6.30 m উচ্চতায় পানি উঠানো হয়। প্রতি মিনিটে মোটরটি কত কিলোগ্রাম পানি উঠাতে পারবে? [BB'21]
(a) 2075 (b) 2065 (c) 2045 (d) 2025
সমাধান: (b); $P't = mgh \Rightarrow 0.85 \times 2500 \times 60$
$= m \times 9.8 \times 6.3 \therefore m \approx 2065$ kg

53. 1 k-watt ঘণ্টা সমান- [BB'21; RB'17][Ans: d]
(a) 1000 J (b) 3600 J
(c) 600 J (d) 3600000 J

54. K বল ধ্রুবকের একটি স্প্রিং এ T পরিমাণ টান প্রয়োগ করা হলো। ফলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হয় x পরিমাণ। এ অবস্থায় স্প্রিংটিতে সঞ্চিত বিভবশক্তি হবে-
(a) $\frac{2T^2}{k}$ (b) $\frac{T^2}{2k}$ (c) $\frac{T^2}{2x}$ (d) $\frac{2k}{T^2}$
সমাধান: (b); $W = \frac{1}{2}Tx$; আবার $T = kx$
$\Rightarrow x = \frac{T}{k} W = \frac{1}{2}T \times \frac{T}{k} = \frac{T^2}{2k}$

55. একটি হালকা ও ভারী বস্তুর ক্ষেত্রে- [JB'21][Ans: a]
(i) উভয়ের ভরবেগ সমান হতে পারে
(ii) উভয়ের গতিশক্তি সমান হতে পারে
(iii) এদের গতিশক্তি সমান হলে, হালকা বস্তুর ভরবেগ বেশি হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

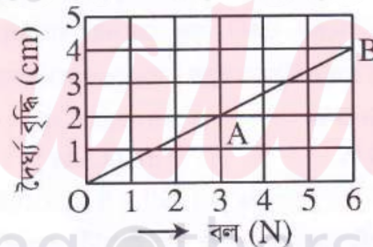
56. কোনটি অসংরক্ষণশীল বল? [JB'21][Ans: d]
(a) আদর্শ স্প্রিং-এর বল (b) তড়িৎ বল
(c) চৌম্বক বল (d) ঘর্ষণ বল

57. 

[JB'21]
চিত্রে 100g ভরের একটি ব্লক ঢালু পথে B বিন্দু হতে A বিন্দুতে গড়িয়ে পড়ছে। এখানে AB = 5m। কাজের পরিমাণ-
(a) 0.490 J (b) 0.848 J (c) 1.225 J (d) 2.45 J
সমাধান: (d); $W = mg \sin 30° \times AB$
$= 0.1 \times 9.8 \times \frac{1}{2} \times 5 = 2.45$ J

58. কাজের মান শূন্য হবে যদি প্রযুক্ত বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ- [CB'21]
(a) 90° (b) 180° (c) 0° (d) 360°
সমাধান: (c); $W = Fs\cos\theta = Fs\cos 90° = 0$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



লেখচিত্রটিতে একটি স্প্রিং-এ প্রযুক্ত বলের সাথে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির পরিবর্তন দেখানো হয়েছে।

59. Nm^{-1} এককে স্প্রিং ধ্রুবক কত? [CB'21]
(a) 2 (b) 200 (c) 150 (d) 50
সমাধান: (c); $k = \frac{F}{x} = \frac{6}{0.04} = 150\ Nm^{-1}$

60. স্প্রিংটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি 3 cm হলে স্প্রিং এ সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত? [CB'21]
(a) 0.0675 J (b) 0.0576 J (c) 0.0275 J (d) 0.0375 J
সমাধান: (a); $W = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 150 \times 0.03^2$
$= 0.0675$ J

61. শক্তির একক– [Din.B'21][Ans: d]
(i) জুল (ii) kgm^2s^{-2} (iii) ইলেকট্রন ভোল্ট
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

62. গতিশীল বস্তুর বেগ দ্বিগুণ হলে গতিশক্তি হবে- [MB'21]
(a) অর্ধেক (b) সমান (c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ
সমাধান: (d); $E_k \propto v^2 \therefore \frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = \left(\frac{2v}{v}\right)^2 \Rightarrow E_{k_2} = 4E_{k_1}$

63. 5kg ভরের বস্তুকে টেনে অনুভূমিক বরাবর 5m সরালে অভিকর্ষীয় বল দ্বারা কাজের মান কত হবে? [MB'21]
(a) 0 J (b) 5 J (c) 25 J (d) 245 J
সমাধান: (a); বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ = 90°
$\therefore W = Fs\cos 90° = 0$

64. নিচের কোন মানের জন্য কাজ ঋণাত্মক হবে? [MB'21; Ctg.B'17][Ans: a]
(a) $90° < \theta \leq 180°$ (b) $0° \leq \theta < 90°$
(c) $90° > \theta \leq 180°$ (d) $0° \geq \theta < 90°$

65. নিচের কোন বস্তুর গতিশক্তি বেশি? [MB'21][Ans: b]
(a) ভর M, বেগ 2V (b) ভর 2M, বেগ 3V
(c) ভর M, বেগ 4V (d) ভর 3M, বেগ 2V

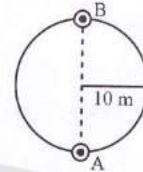
66. এক অশ্ব-ক্ষমতার সমতুল্য মান হলো- [MB'21][Ans: c]
(i) 746 Js^{-1} (ii) 550 ft-lbs^{-1}
(iii) 17710 ft-Poundals^{-1}
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, ii (d) i, ii, iii

67. 250 kg ভরের একটি বস্তু ক্রেনের সাহায্যে 0.1 ms^{-1} ধ্রুববেগে ওপরে উঠানো হলো। ক্রেনের ক্ষমতা কত? [DB'19]
(a) 24500 W (b) 2500 W
(c) 245 W (d) 24.5 W
সমাধান: (c); $P = Fv = (250 \times 9.8) \times 0.1 = 245$ W

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
তাহমিদ ও তমাল দুজনই ৭ম শ্রেণির ছাত্র। এরা দুজনই একটি স্কুল বিল্ডিং-এর নিচ তলা থেকে দৌড়ে 15m উচ্চতার ছাদে উঠল। এতে এদের সময় লাগে যথাক্রমে 6 সে. ও 5 সে.। তাদের ভর যথাক্রমে 60 kg ও 50 kg।

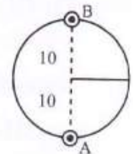
68. এদের দুজনের মধ্যে- [RB'19]
(i) তাহমিদ বেশি কাজ করেছে
(ii) তমাল কম কাজ করেছে
(iii) তমাল বেশি ক্ষমতা প্রয়োগ করেছে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (a); $W = mgh \therefore W \propto m$ ∴ তাহমিদ এর ভর বেশি, তাই কাজ অধিক।
$\therefore P_{তাহমিদ} = \frac{m_1gh}{t_1} = 1470W$
$P_{তমাল} = \frac{m_2gh}{t_2} = 1470W$

69. 100 gm ভরের একটি পাথর উল্লম্বতলে 10 m ব্যাসার্ধের বৃত্ত পথে ঘুরতে ঘুরতে A অবস্থান হতে B অবস্থানে আসল [চিত্র-১]। শক্তির পরিবর্তন কত হবে? [RB'19]



চিত্র-১

(a) 10 J (b) 20 J (c) 30 J (d) 40 J
সমাধান: (b);
$h = (10 + 10) = 20m$
শক্তির পরিবর্তন, $\Delta E = mgh$
$= (0.1 \times 9.8 \times 10)$ J
$= 19.6 \text{ J} \approx 20$ J



নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
6 kg ভরের কোনো বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ হতে 10 m উচ্চতায় উঠিয়ে অতঃপর একে অনুভূমিক বরাবর 5m সরানো হলো। $[g = 9.8\ ms^{-2}]$

70. এক্ষেত্রে- [BB'19]
(i) অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ −588 J
(ii) বাইরের এজেন্ট দ্বারা কৃতকাজ +588 J
(iii) অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ -3.675×10^{-20}eV
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (a); $W = mgh = 6 \times 9.8 \times (-10)$
$= -588 \text{ J} = -3.675 \times 10^{21}$ eV।
আর বাইরের এজেন্ট দ্বারা কৃতকাজ, অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজের সমান। কিন্তু বিপরীত চিহ্নবিশিষ্ট।

71. 5 kg ভর সম্পন্ন একটি বস্তুর ওপর একটি বল [JB'19] $\vec{F} = (10\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k})N$ এর ক্রিয়ায় বস্তুটির অবস্থান $\vec{r}_1 = (8\hat{i} + 7\hat{j} - 3\hat{k})m$ থেকে অপর একটি অবস্থান $\vec{r}_2 = (12\hat{i} + 2\hat{j} + 7\hat{k})m$ -এ স্থানান্তরিত হলো। এতে কৃতকাজ-
(a) 2 J (b) 3 J (c) 5 J (d) 7 J
সমাধান: (c); $\vec{S} = 4\hat{i} - 5\hat{j} + 10\hat{k}; \vec{F} = 10\hat{i} + 3\hat{j} - 2\hat{k}$
$\therefore W = \vec{F} \cdot \vec{S} = 40 - 15 - 20 = 5$ J

72. নিচের কোনটি শক্তির একক নয়? [JB'19][Ans: c]
(a) kW-h (b) N-m (c) kg ms^{-1} (d) W-s

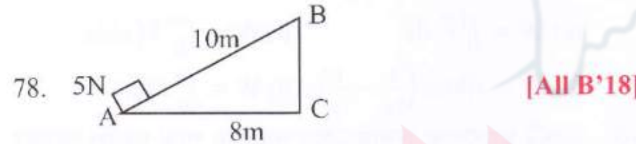
73. বলের দ্বারা কাজের ক্ষেত্রে- [CB'19][Ans: a]
(a) $0° \le \theta < 90°$ (b) $90° < \theta \le 180°$
(c) $0° < \theta \le 90°$ (d) $90° \le \theta < 180°$

74. কাজের অভিকর্ষীয় একক- [CB'19][Ans: b]
(a) kgm (b) Nm (c) Nm^2 (d) $kg-m^2$

75. ভরবেগ ও গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক- [CB'19][Ans: a]
(i) $K = \frac{\vec{p}\cdot\vec{p}}{2m}$ (ii) $K = \frac{p^2}{2m}$ (iii) $K = \frac{\vec{p}\times\vec{p}}{2m}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

76. $\vec{F} = (2\hat{i} + 3\hat{j})N$ এবং $\vec{r} = (3\hat{i} + 4\hat{j} - 2\hat{k})m$ হলে W =? [প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে] [CB'19]
(a) 4 J (b) 18 J (c) 20 J (d) 22 J
সমাধান: (b) ; $W = \vec{F}\cdot\vec{r} = 3 \times 2 + 4 \times 3 - 2 \times 0 = 18 J$

77. 20 kg ভরের একটি স্থির বস্তুকে ঘর্ষণহীন তলের ওপর দিয়ে $10\ ms^{-1}$ বেগে গতিশীল করতে কৃতকাজ কত? [Din.B'19]
(a) 200 J (b) 1000 J (c) 2000 J (d) 4000 J
সমাধান: (b); কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন
$= \frac{1}{2} \times m \times v^2 = \frac{1}{2} \times 20 \times 10^2 = 1000J$

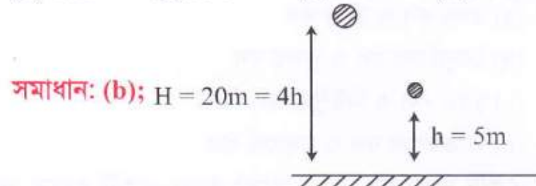


78. [All B'18]
চিত্রানুযায়ী 5N ওজনের একটি ব্লককে 10 সে. এ A থেকে B তে নিতে প্রযুক্ত ক্ষমতা-
(a) 3W (b) 4W (c) 5W (d) 6W
সমাধান: (a); $P = \frac{mgh}{t} = \frac{5\times\sqrt{10^2-8^2}}{10} = 3W$

79. অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে সংরক্ষিত হয়- [All B'18][Ans: d]
(a) গতি শক্তি (b) স্থিতি শক্তি
(c) কৌণিক ভরবেগ (d) ভরবেগ

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি বস্তু 20m উচ্চতা থেকে ভূমিতে পড়লো। $[g = 10\ ms^{-2}]$

80. পড়ন্ত অবস্থায় ভূমি হতে 5m উঁচুতে বিভবশক্তি ও গতিশক্তির অনুপাত কোনটি? [DB'17]
(a) 1: 2 (b) 1: 3 (c) 1: 4 (d) 2 : 1

সমাধান: (b); H = 20m = 4h


h উচ্চতায় বিভব শক্তি, $E_P = mgh$ ও গতিশক্তি,
$E_k = mgH - mgh = 3mgh \therefore \frac{E_p}{E_k} = \frac{mgh}{3\ mgh} = 1:3$

81. একটি বস্তুর রৈখিক ভরবেগ 50% বৃদ্ধি করলে গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় কত? [DB'17]
(a) 25% (b) 50% (c) 125% (d) 225%
সমাধান: (c); 50% বৃদ্ধি পেলে, $P' = P + 50\%\ of\ P$
$= P + \frac{P}{2} = 1.5P \therefore E_k' = \frac{P'^2}{2m} = \frac{(1.5)^2P^2}{2m} = (1.5)^2E_k$
$\therefore$ গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় $= E_k' - E_k = \{(1.5)^2 - 1\}E_k = 1.25E_k$

82. স্প্রিং ধ্রুবকের একক কোনটি? [DB'17][Ans: c]
(a) Nm^2 (b) Nm (c) Nm^{-1} (d) Nm^{-2}

83. 2kg ভরের একটি বস্তুর ভরবেগ $2kg\ ms^{-1}$ হলে গতিশক্তি কত হবে? [Ctg.B'17]
(a) 1 J (b) 1.5 J (c) 2 J (d) 4 J
সমাধান: (a); $E = \frac{p^2}{2m} = 1\ J$

84. নিচের কোনটি শক্তির মাত্রা? [SB'17][Ans: b]
(a) MLT^{-2} (b) ML^2T^{-2} (c) $ML^{-1}T^{-1}$ (d) MLT^{-1}

85. একটি স্প্রিংকে প্রসারিত করা হল– [SB'17][Ans: a]
(i) এটি বিভব শক্তি অর্জন করে
(ii) এটি প্রত্যয়নী বল লাভ করে
(iii) প্রত্যয়নী বলের দ্বারা কৃত কাজই এর বিভব শক্তি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

86. ভূমির সাথে 30° কোণে আনত 5m দীর্ঘ একটি ঢালু পথে 100 gm ভরবিশিষ্ট একটি বস্তু যে গতিশক্তি প্রাপ্ত হবে– [BB'17]
(a) 0.49 J (b) 0.848 J
(c) 1.225 J (d) 2.45 J
সমাধান: (d); $W = mgl \sin\theta = 2.45\ J$

87. অসংরক্ষণশীল বলের বৈশিষ্ট্য নয় কোনটি? [BB'17]
[Ans: a, b, d]
(a) কৃতকাজ শূন্য
(b) পথের ওপর নির্ভর করে না
(c) যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতার সূত্র খাটে না
(d) কৃতকাজ পুনরুদ্ধার সম্ভব

88. বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণের কোন মানের জন্য বল দ্বারা কাজ সম্পন্ন হবে? [JB'17]
(a) 60° (b) 120° (c) 180° (d) 210°
সমাধান: (a); $90° > \theta \ge 0°$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি বস্তুকে অনুভূমিকের সাথে 60° কোণে $10ms^{-1}$ বেগে নিক্ষেপ করা হলো।

89. সর্বোচ্চ উচ্চতায় বিভব শক্তি ও গতিশক্তির অনুপাত কত? [JB'17]
(a) 1: 2 (b) 1: 1 (c) 3: 2 (d) 3: 1

সমাধান: (d); $H = \frac{v_0^2 \sin^2\theta_0}{2g}$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ, $v = v_0 \cos\theta_0$

$\therefore \frac{E_p}{E_k} = \frac{mgH}{\frac{1}{2}mv^2} = \frac{2gH}{v^2} = \frac{v_0^2\sin^2\theta_0}{v_0^2\cos^2\theta_0} = \tan^2\theta_0$

$= \tan^2 60° = 3 = 3:1$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:

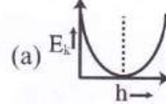
"একটি হাতুড়ির ভর 1kg । এটি $10\ ms^{-1}$ বেগে চলে একটি পেরেকের মাথায় আঘাত করল। এতে পেরেকটির সরণ হল 2 cm"।

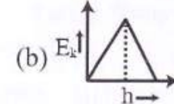
90. হাতুড়ি দ্বারা সম্পাদিত কাজ কত? [CB'17]
(a) 100 J (b) 50 J (c) 10 J (d) 0.2 J

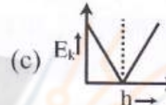
সমাধান: (b); $W = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times (10)^2 = 50\ J$

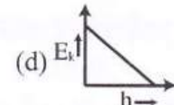
91. কোনো বল কর্তৃক কৃতকাজ– [Din.B'17][Ans: b]
(i) বল এবং সরণের ডটগুণন (ii) ভর × ত্বরণ
(iii) গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii
(c) ii, iii (d) i, ii, iii

92. নিচের কোনটি সঠিক? [CB'22][Ans: d]

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

MCQ: বিভিন্ন লেখকের মূল বইয়ের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও সমাধান

প্রফেসর মোহাম্মদ ইসহাক স্যার

01. প্রযুক্ত বল এবং সরণের দিক পরস্পর বিপরীত দিকে হলে কৃতকাজ কেমন হবে? [Ans: b]
(a) ধনাত্মক (b) ঋণাত্মক (c) শূন্য (d) সর্বাধিক

02. 30 m উচ্চতা থেকে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে কোন উচ্চতায় বস্তুটির গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ হবে? [Ans: a]
(a) 10 m উচ্চতায় (b) 15 m উচ্চতায়
(c) 25 m উচ্চতায় (d) 28 m উচ্চতায়

03. একটি রাইফেলের গুলির বেগ যদি দ্বিগুণ করা হয় তাহলে এর গতিশক্তি হবে —
(a) 2 গুণ (b) 3 গুণ (c) 4 গুণ (d) 6 গুণ

সমাধান: (c); $E = \frac{1}{2}mv^2 \therefore E \propto v^2$.

04. ওয়াট ও অশ্ব ক্ষমতার মধ্যে সম্পর্ক হলো- [Ans: a]
(a) 1 H.P. = 746 W (b) 1 H.P. = 3.4×10^5W
(c) 1 H.P. = 550 W (d) 1 H.P. = 946 W

05. একটি রাইফেলের গুলি নির্দিষ্ট পুরুত্বের একটি তক্তা ভেদ করতে পারে। ঐরূপ 16টি তক্তা ভেদ করতে গুলির বেগ কতগুণ হতে হবে? [Ans: b]
(a) 16 গুণ (b) 4 গুণ (c) 32 গুণ (d) 8 গুণ

06. কোনটি ক্ষমতার একক? [Ans: c]
(a) জুল (b) নিউটন-মিটার
(c) ওয়াট (d) ইলেকট্রন ভোল্ট

07. বলের দ্বারা কাজ বা ধনাত্মক কাজ হয় যদি– [Ans: d]
(a) বল প্রয়োগে সরণ শূন্য হয়
(b) বস্তু সমদ্রুতিতে বৃত্তাকার পথে ঘুরে
(c) বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 90° হয়
(d) বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ শূন্য হয়

08. কোনটি সংরক্ষণশীল বল? [Ans: b]
(a) বায়ুর বাধা (b) তড়িৎ বল
(c) ঘর্ষণ বল (d) সান্দ্র বল

09. পরিবর্তনশীল বল দ্বারা কৃত কাজ হলো- [Ans: b]
(a) $W = \int_i^f \vec{F}.d\vec{s}$ (b) $W = \int_{x_i}^{x_f} F(x)dx$
(c) $W = GMm\left(\frac{1}{r_b} - \frac{1}{r_0}\right)$ (d) $W = \int_0^x Fdx$

10. একটি মার্বেলকে সুতায় বেঁধে বৃত্তাকার পথে ঘুরালে কাজের পরিমাণ-
(a) সর্বোচ্চ (b) ঋণাত্মক (c) শূন্য (d) ধনাত্মক

সমাধান: (c); $W = Fs\cos 90° = 0$.

11. নিচের কোনটি অসংরক্ষণশীল বল? [Ans: a]
(a) সান্দ্র বল (b) কুলম্ব বল
(c) চৌম্বক বল (d) মহাকর্ষীয় বল

12. m ভরের একটি বস্তু h উচ্চতা থেকে ভূমিতে এসে পড়ল। ভূমি স্পর্শ করার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে বস্তুটির গতিশক্তি কত? [Ans: c]
(a) 0 (b) $\frac{1}{2}mv^2 - mgh$
(c) mgh (d) $mgh - \frac{1}{2}mv^2$

13. অসংরক্ষণশীল বলের উদাহরণ কোনটি? [Ans: a]
(a) ঘর্ষণ বল ও সান্দ্র বল
(b) বৈদ্যুতিক বল ও কুলম্ব বল
(c) চুম্বক বল ও নিউক্লিয় বল
(d) অভিকর্ষজ বল ও মহাকর্ষ বল

14. একটি চলন্ত বস্তু সমান ভরের অপর একটি বস্তুকে আঘাত করল। গতিশক্তির কত অংশ স্থানান্তরিত হবে? [Ans: d]
(a) 0% (b) 1% (c) 50% (d) 100%

15. ভূমিতে পতনের মুহূর্তে বৃষ্টির ফোটার ত্বরণ কত হবে?
(a) শূন্য (b) g **[Ans: a]**
(c) $\frac{g}{2}$ (d) $\sqrt{g}$

16. 200 g ভরের একটি বস্তুর বেগ $\vec{v} = (2\hat{i} + 5\hat{j})ms^{-1}$ হলে এর গতিশক্তি– **[Ans: b]**
(a) 3 J (b) 2.9 J (c) 3.74 J (d) 6 J

17. কোনো গতিশীল বস্তুর গতিশক্তি E_k এবং ভরবেগ P হলে P বনাম $\sqrt{E}$ লেখচিত্রটি হবে– **[Ans: d]**
(a) অধিবৃত্ত (b) আয়তাকার পরাবৃত্ত
(c) উপবৃত্ত (d) সরলরেখা

18. একটি বস্তুর গতিশক্তি দ্বিগুণ করা হলো। তার ভরবেগ–
(a) অপরিবর্তিত থাকবে (b) 4 গুণ হবে **[Ans: d]**
(c) $\frac{1}{2}$ গুণ হবে (d) $\sqrt{2}$ গুণ হবে

19. রৈখিক ভরবেগ 50% বাড়ালে গতিশক্তি বৃদ্ধি পায় –
(a) 25% (b) 50% (c) 100% (d) 125%
সমাধান: (d); $\frac{E_{k_2}}{E_{k_1}} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^2 = \left(\frac{1.5P_1}{P_1}\right)^2 = (1.5)^2 = 2.25$
$\Rightarrow E_{k_2} = 2.25\,E_{k_1}$
$\therefore$ শতকরা বৃদ্ধি পাবে $= (E_{k_2} - E_{k_1}) \times 100\%$
$= (2.25E_{k_1} - E_{k_1}) \times 100\% = 125\%.$

20. 10 N বল প্রয়োগে একটি গাড়িকে 100 m সরাতে কত কাজ করতে হবে? বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 60°।
(a) 500 J (b) 1000 J (c) 100 J (d) 50 J
সমাধান: (a); $W = 10 \times 100 \times \cos60° = 500J.$

21. 10 kg ভরের একটি বস্তুকে স্প্রিং থেকে ঝুলানো হলো যার স্প্রিং ধ্রুবক 200 Nm^{-1} স্প্রিং-এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হবে-
(a) 0.05 m (b) 20.0 m (c) 2.4 m (d) 0.49 m
সমাধান: (d); $F = kx \Rightarrow x = \frac{F}{k} = \frac{10\times9.8}{200} = 0.49$ m.

22. কোন রাশির একক কিলোওয়াট-ঘণ্টা? **[Ans: a]**
(a) শক্তি (b) ক্ষমতা (c) আধান (d) প্রবাহমাত্রা

23. বল, সরণ ও কাজের মধ্যে সম্পর্ক হলো- **[Ans: a]**
(a) $W = \vec{F}.\vec{s}$ (b) $W = \vec{F} \times \vec{s}$
(c) $W = Fs\sin\theta$ (d) $\vec{F} \times \vec{s}\cos\theta$

24. 55 kg ভরের এক ব্যক্তি 3 সেকেণ্ডে 3 m উঁচু একটি সিঁড়ি বেয়ে ওপরে উঠে। তার ক্ষমতা কত? **[Ans: d]**
(a) 639 W (b) 739 W (c) 839 W (d) 539 W

25. m এবং 4m ভরের দুটি গতিশীল বস্তুর গতিশক্তি একই হলে তাদের রৈখিক ভরবেগের অনুপাত কত?
(a) 1 : 4 (b) 4 : 1 (c) 2 : 1 (d) 1 : 2
সমাধান: (d); $E_k = \frac{P_1^2}{2m_1}, E_k = \frac{P_2^2}{2m_2}$
গতিশক্তি সমান হওয়ায়, $\frac{P_1^2}{2m_1} = \frac{P_2^2}{2m_2} \Rightarrow \frac{P_1^2}{P_2^2} = \frac{m_1}{m_2}$
$\Rightarrow \frac{P_1^2}{P_2} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{2}$

26. 1 Nm^{-1} স্প্রিং ধ্রুবকবিশিষ্ট কোনো স্প্রিংকে শিথিল অবস্থা থেকে 0.1 m সংকুচিত করা হলো। এই অবস্থায় স্প্রিংটির ভেতরে সঞ্চিত শক্তি কত জুল?
(a) 10^{-3} J (b) 5×10^{-2}J
(c) 5×10^{-3} J (d) 0.1 J
সমাধান: (c); $W = \frac{1}{2} \times 1 \times (.1)^2 = 5 \times 10^{-3}$ J.

27. 50 kg ভরের একটি বস্তুর ভরবেগ 50 kg ms^{-1} হলে এর গতিশক্তি কত হবে? **[Ans: b]**
(a) 100 J (b) 25 J (c) 500 J (d) 50 J

28. 2 N বল কোনো নির্দিষ্ট ভরের বস্তুর ওপর ক্রিয়া করায় বস্তুটির বলের দিকের সাথে 60° কোণ উৎপন্ন করে 5 m দূরে সরে গেলে কাজের পরিমাণ কত? **[Ans: a]**
(a) 5 J (b) 8 J (c) 6 J (d) 10 J

29. কোন নির্দিষ্ট ভরের বস্তুর গতিশক্তি, এর ভরবেগের সাথে সম্পর্ক কী?
(a) বর্গের সমানুপাতিক (b) বর্গমূলের সমানুপাতিক
(c) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক (d) সমানুপাতিক
সমাধান: (a); $E_k = \frac{P^2}{2m}; \therefore E_k \propto P^2.$

30. একটি বস্তুর ভরবেগ দ্বিগুণ করা হলে গতিশক্তি-
(a) চারগুণ হয় (b) একই থাকে
(c) আটগুণ হয় (d) দ্বিগুণ হয়
সমাধান: (a); $E = \frac{P^2}{2m} \Rightarrow E \propto P^2 \Rightarrow 2^2 = 4$ গুণ।

31. অসংরক্ষণশীল বলের মান কোনটির ওপর নির্ভর করে?
(a) পথ (b) অবস্থান **[Ans: a]**
(c) উভয়ই (d) কোনোটিই নয়

32. কোনো প্রক্রিয়ায় মোট প্রদত্ত শক্তি E_m- এর একটি অংশ কার্যকর শক্তি u-তে রূপান্তরিত হয় এবং বাকি শক্তি W অপচয় হয়, প্রক্রিয়াটির দক্ষতা কত? **[Ans: c]**
(a) $\frac{u-w}{E_m} \times 100\%$ (b) $\frac{W}{E_m} \times 100\%$
(c) $\frac{u}{E_m} \times 100\%$ (d) $\frac{u+W}{E_m} \times 100\%$

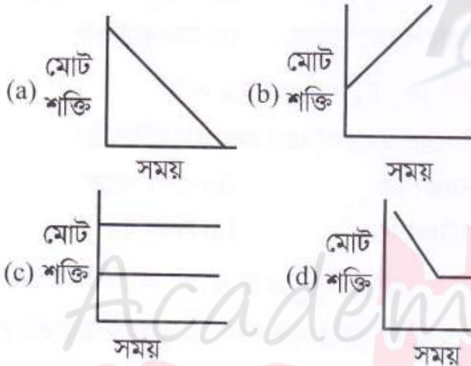
33. বল ধ্রুবক-এর মাত্রা কোনটি? **[Ans: a]**
(a) $[ML^0T^{-2}]$ (b) $[M^2LT^{-1}]$
(c) $[ML^{-2}]$ (d) $[ML^2T^2]$

34. কোনো স্প্রিংকে 5 N বল দ্বারা টেনে 10 m প্রসারিত করা হলে, স্প্রিং ধ্রুবক কত হবে?
(a) 0.5 Nm^{-1} (b) 2 Nm^{-1}
(c) 50 Nm^{-1} (d) 250 Nm^{-1}
সমাধান: (a); $k = \frac{F}{x} = \frac{5}{10} = 0.5\ Nm^{-1}.$

35. একটি হাল্কা ও একটি ভারী বস্তুর ভরবেগ একই, কোনটির গতিশক্তি বেশি? **[Ans: a]**
(i) হাল্কা বস্তুটির (ii) ভারী বস্তুটির
(iii) উভয়ের সমান
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) iii (d) i, ii, iii

36. একটি বস্তুকে খাড়া ওপরের দিকে নিক্ষেপ করলে- **[Ans: b]**
(i) সর্বাধিক উচ্চতায় বিভব শক্তি সর্বোচ্চ
(ii) সর্বাধিক উচ্চতায় গতিশক্তি সর্বোচ্চ
(iii) মোট শক্তি সর্বত্র সমান
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

37. একটি স্প্রিং- এর এক প্রান্ত দৃঢ় অবলম্বনে আটকিয়ে অপর প্রান্তে ভর ঝুলিয়ে স্প্রিংটি ওপরে নিচে দুলতে দেওয়া হলো। নিচের লেখচিত্রে নির্দেশ করা যায়। **[Ans: c]**



ড. শাহজাহান তপন স্যার

01. নিচের কোনটি কাজের এককের সমতুল্য? **[Ans: c]**
(a) Nm^{-1} (b) mN^{-1} (c) Nm (d) Jm^{-1}

02. কোনো স্প্রিং – এর মুক্ত প্রান্তের একক সরণ ঘটালে স্প্রিংটি সরণের বিপরীত দিকে যে বল প্রয়োগ করে তাকে কী বলা হয়? **[Ans: c]**
(a) বাহ্যিক বল (b) প্রযুক্ত বল
(c) স্প্রিং ধ্রুবক (d) কোনোটিই নয়

03. কিলোওয়াট-ঘণ্টা নিচের কোন রাশিটির একক নয়? **[Ans: a, b]**
(a) ক্ষমতা (b) কাজ
(c) শক্তি (d) বিদ্যুৎশক্তি

04. বিভব শক্তির একক কোনটি? **[Ans: a]**
(a) জুল (b) জুল/কেজি
(c) জুল/(কেজি)² (d) নিউটন/কেজি

05. পাম্পের সাহায্যে একটি ছাদে পানির ট্যাঙ্কে 100 s সময়ে 1000 kg পানি ওঠানো যায়। ট্যাঙ্কের পানির গড় উচ্চতা 20 m হলে পাম্পের ক্ষমতা কত?
(a) 0.98 kW (b) 1.46 kW
(c) 1.96 kW (d) 2.64 kW
সমাধান: (c); $P = \frac{mgh}{t} = \frac{1000\times9.8\times20}{100} = 1960$ W $= 1.96$ kW.

06. $2\ Nm^{-1}$ স্প্রিং ধ্রুবকের একটি আদর্শ স্প্রিং – এর দৈর্ঘ্য সাম্যাবস্থা থেকে 0.1 m বৃদ্ধি করলে স্প্রিং এর বিভবশক্তি কত বৃদ্ধি পাবে?
(a) 0.1 J (b) 0.001 J (c) 1 J (d) 0.01 J
সমাধান: (d); $E_p = \frac{1}{2}Kx^2 = \frac{1}{2}\times2\times(0.1)^2 = 0.01$ J.

07. এক ব্যক্তি একটি বস্তুকে 30 s এ 1 m উচ্চতায় ওঠায়। অপর এক ব্যক্তি একই বস্তুকে 60 s – এ একই উচ্চতায় তুলতে পারে। তাদের কাজের অনুপাত হবে –
(a) 1: 2 (b) 1: 1 (c) 2: 1 (d) 4: 1
সমাধান: (b); কাজ সময়ের উপর নির্ভর করে না। যেহেতু উচ্চতা একই তাই ($\because W = Fs$) তাদের কাজও একই $= 1:1$.

08. 25 N বল দ্বারা কোনো স্প্রিংকে টেনে 10 cm বৃদ্ধি করা হলো। এর স্প্রিং ধ্রুবক কত?
(a) $22.5\ Ncm^{-1}$ (b) 25 Nm
(c) $250\ Nm^{-1}$ (d) 250 Ncm
সমাধান: (c); $k = \frac{F}{x} = \frac{25}{0.1} = 250\ Nm^{-1}$.

09. একটি বস্তুকে নির্দিষ্ট উচ্চতা থেকে ফেলে দেয়া হলো। ভূমি হতে 5.0 m উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির 4 গুণ হলে কত m উচ্চতা হতে বস্তুটিকে ফেলে দেয়া হয়েছিল?
(a) 15 (b) 25 (c) 35 (d) 45
সমাধান: (b); $h_1 = \frac{h}{n+1} \Rightarrow 5 = \frac{h}{4+1} \Rightarrow h = 25m$.

10. একটি মোটর 120 m গভীর কূপ থেকে 5 মিনিটে 400 kg পানি উত্তোলনে সক্ষম। মোটরটির অশ্বক্ষমতা কত?
(a) 3 HP (b) 2.8 HP (c) 2.5 HP (d) 2.1 HP
সমাধান: (d); $P = \frac{W}{t} = \frac{400\times9.8\times120}{5\times60\times746} = 2.1$ HP.

11. নিচের কোনটি ক্ষমতার মাত্রা?
(a) $[MLT^{-2}]$ (b) $[ML^2T^{-2}]$
(c) $[ML^2T^{-3}]$ (d) $[MLT^{-1}]$
সমাধান: (c); ক্ষমতা $= \frac{\text{কাজ}}{\text{সময়}} = \frac{\text{জুল}}{\text{সেকেন্ড}} = \frac{\text{জুল}}{\text{সেকেন্ড}}$ (Js^{-1})
মাত্রা: $[P] = [ML^2T^{-3}]$. এস. আই. বা আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে ক্ষমতার একক জুল/সে. বা ওয়াট (watt)।

12. 10 m উপর হতে 10 kg ভরের একটি মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর মাটি থেকে 5 m উপরে মোট শক্তি হবে-

(a) 490 J (b) 100 J (c) 735 J (d) 980 J

সমাধান: (d); মোট শক্তি একই।

$U = mgh = 10 \times 9.8 \times 10 = 980$ J.

13. বল ও শক্তির মাত্রা যথাক্রমে- [Ans: b]

(a) $[LT^{-2}]$ & $[MLT^{-2}]$

(b) $[MLT^{-2}]$ & $[ML^2T^{-2}]$

(c) $[LT^{-2}]$ & $[ML^2T^{-2}]$

(d) $[MLT^{-2}]$ & $[ML^{-2}T^{-3}]$

14. কোন নীতি ব্যবহার করে বস্তুর ভরকে শক্তিতে রূপান্তর করা যায়? [Ans: b]

(a) কাজ শক্তি উপপাদ্য

(b) আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব

(c) যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণ নীতি

(d) প্ল্যাঙ্কের নীতি

15. একটি বস্তু যদি সমদ্রুতিতে বৃত্তাকার পথে ঘুরে- [Ans: a]

(i) এর ওপর কোনো কাজ হয় না

(ii) এর ওপর কোনো বল ক্রিয়া করে না

(iii) এর বেগ অপরিবর্তিত থাকে না

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, iii (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

ড. তফাজ্জল হোসেন স্যার

01. কোনটি মিথ্যা? [Ans: c]

(a) শক্তির বিনিময় হতে পারে

(b) শক্তির রূপান্তর হতে পারে

(c) শক্তির ধ্বংস হতে পারে

(d) শক্তি দ্বারা কাজ করা যায়

02. একজন কুলি 50 kg ভরের একটি বোঝা 10s মাথায় ধরে রাখলে কাজের পরিমাণ হবে–

(a) 500 J (b) 98 J (c) 9.8 J (d) 0 J

সমাধান: (d); সরণ হচ্ছে না, সুতরাং কাজ শূন্য।

03. 1 kg ভরের একটি বস্তু মসৃণ অনুভূমিক সমতলের উপর দিয়ে $2\ ms^{-1}$ বেগে 1 m পথ অতিক্রম করল। অভিকর্ষ বলের দ্বারা কাজের পরিমাণ কত?

(a) শূন্য (b) 2 J (c) 1 J (d) 0.5 K

সমাধান: (a); $W = Fs\cos\theta = Fs\cos 90° = 0$.

04. কোন বস্তুর ভরবেগ ও গতিশক্তির মান সমান হলে, বস্তুটির বেগ-

(a) $1\ ms^{-1}$ (b) $2\ ms^{-1}$ (c) $4ms^{-1}$ (d) $8\ ms^{-1}$

সমাধান: (b); $mv = \frac{1}{2}mv^2\ \therefore 2v = v^2$.

অর্থাৎ, $v = 2$ হলে $2v = v^2$ সত্য হয়।

05. 2 N-s ভরবেগ ও 1 kg ভরের কোন বস্তুর গতিশক্তি-

(a) 0.5 J (b) 1 J (c) 2 J (d) 4 J

সমাধান: (c); $E_k = \frac{p^2}{2m} = \frac{2^2}{2\times1} = 2$ J.

06. যদি কোন বস্তুর ভর অর্ধেক এবং বেগ দ্বিগুণ করা হয় তবে এর গতিশক্তি পূর্বের তুলনায় হবে-

(a) সমান (b) অর্ধেক (c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ

সমাধান: (c); $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

ভর অর্ধেক ও বেগ দ্বিগুণ করলে, $E_k = \frac{1}{2} \times \frac{m}{2} \times (2v)^2$

$= \frac{1}{4} \times m \times 4v^2 = mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times mv^2$

= দ্বিগুণ হবে।

07. কোনটি শক্তির একটি রূপ? [Ans: c]

(a) চাপ (b) ভরবেগ (c) আলো (d) ক্ষমতা

08. একটি গতিশীল বস্তুর বেগ $2\ ms^{-1}$ এবং গতিশক্তি 1 J হলে বস্তুর ভর হবে-

(a) 0.5 kg (b) 1 kg (c) 1.5 kg (d) 2 kg

সমাধান: (a); $W = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 1 = \frac{1}{2}m(2)^2$

$\Rightarrow m = 0.5$ kg.

09. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R এবং ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ g হলে m ভরের কোন বস্তুকে ভূ-পৃষ্ঠ হতে R উচ্চতায় উঠানো বস্তুতে যে বিভব শক্তি সঞ্চিত হয় তা হল-

(a) $\frac{mgR}{4}$ (b) $\frac{mgR}{2}$ (c) mgR (d) 2mgR

সমাধান: (b); আমরা জানি,

$W = GMm\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right) = GMm\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{2R}\right)$

$= GMm\left(\frac{2-1}{2R}\right) = \frac{GMm}{2R} = \frac{1}{2} \times \frac{GM}{R^2} \times mR$

$= \frac{1}{2}$ mgR.

এখানে, $a = R$, $b = 2R$, $g = \frac{GM}{R^2}$

10. 4 N এর একটি সুষম বল 8 kg ভরের কোন একটি স্থির বস্তুর উপর প্রযুক্ত হয়ে 2 m সরণ ঘটায়। বস্তুটি যে পরিমাণ গতিশক্তি অর্জন করে তা হল-

(a) 8 J (b) 16 J (c) 32 J (d) 64 J

সমাধান: (a); গতিশক্তি = কৃতকাজ $= Fs = 4 \times 2 = 8$J.

11. L দৈর্ঘ্যের কোন ধাতব তারকে mg বল দ্বারা টানা হলে l পরিমাণ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে। এতে তারে যে যান্ত্রিক শক্তি সঞ্চিত হয় তা হল- [Ans: b]
(a) $mg(L+l)$ (b) mgl
(c) $\frac{mgl}{2}$ (d) $\frac{mg(L+l)}{2}$

12. l দৈর্ঘ্যের একটি সরল দোলকের বব উল্লম্বভাবে ঝুলছিল। ববটিকে একটি বস্তু যে বেগে আঘাত করলে তা অনুভূমিক অবস্থানে থাকে তা হল- [Ans: c]
(a) $\sqrt{0.5gl}$ (b) $\sqrt{gl}$ (c) $\sqrt{2gl}$ (d) $2\sqrt{2gl}$

13. তীর নিক্ষেপের জন্য একটি বাঁকানো ধনুক কোন শক্তি ধারণ করে? [Ans: b]
(a) গতিশক্তি (b) বিভবশক্তি
(c) বিদ্যুৎ শক্তি (d) চাপশক্তি

14. ওয়াট-দিন একককটি হল –
(a) ক্ষমতা (b) শক্তি (c) বল (d) ভরবেগ
সমাধান: (b); শক্তি = ক্ষমতা × সময়।

15. একটি গতিশীল বস্তুর মধ্যে যা থাকতে পারে তা হলো-
(i) গতিশক্তি (ii) ভরবেগ (iii) বিভবশক্তি [Ans: d]
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, ii (d) i, ii, iii

16. প্রযুক্ত বল ও সরণের মধ্যে যখন কোণ হয় 180°, তখন কাজের পরিমাণ হবে - [Ans: b]
(i) শূন্য (ii) ঋণাত্মক (iii) ধনাত্মক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
এক ব্যক্তি 40 s সময়ে একটি কাঠের টুকরা 3 m উচ্চতায় তুলতে পারেন। আর একজন 20 s সময়ে একই উচ্চতায় তুলতে পারেন।

17. তাদের ব্যয়িত শক্তি - [Ans: a]
(a) সমান (b) দ্বিতীয় জনের দ্বিগুণ বেশি
(c) দ্বিতীয় জনের তিনগুণ বেশি
(d) প্রথম জনের বেশি

18. তাদের ক্ষমতা - [Ans: b]
(a) সমান (b) দ্বিতীয় জনের দ্বিগুণ বেশি
(c) দ্বিতীয় জনের তিনগুণ বেশি
(d) প্রথম জনের বেশি

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
x অক্ষের দিকে চলমান একটি সংরক্ষণশীল ধ্রুব বলের প্রভাবে 1 kg ভরের একটি বস্তুর সরণকে $t = \sqrt{x} + 3$ সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা যায়; যেখানে x মিটারে এবং t সেকেন্ডে প্রকাশিত।

19. বস্তুটির দ্রুতি শূন্য হবে যখন x এর মান -
(a) 0 (b) 6 m (c) 12 m (d) 18 m
সমাধান: (a);
$t = \sqrt{x} + 3 \Rightarrow t - 3 = \sqrt{x}$
$\Rightarrow (t-3)^2 = x$
এখন,
দ্রুতি, $v = \frac{dx}{dt} = 2t - 6$
$v = 0$ হলে, $t = 3$
তাহলে
$3 = \sqrt{x} + 3$
$\therefore x = 0$

20. প্রথম 6 s-এ বল দ্বারা কৃতকাজ-
(a) 0 (b) 6 J (c) 9 J (d) 18 J
সমাধান: (a); $v = \frac{dx}{dt} = 2t - 6$
এখন, $t = 0$ হলে $v_0 = -6ms^{-1}$
$t = 6sec$ হলে $v_6 = 6ms^{-1}$
$\therefore$ কৃতকাজ $= \frac{1}{2}mv_6^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$
$= \frac{1}{2} \times 1 \times (6)^2 - \frac{1}{2}m(-6)^2 = 0\text{ J}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
500 kg ভরের একটি চলন্ত গাড়িকে 500 N ঘর্ষণ বল বাধাদান করে। গাড়িটি স্থির অবস্থা হতে 100 m অতিক্রমের পর 20 m/s দ্রুতি প্রাপ্ত হয়। যদি $g = 10\ m/s^2$ হয় তবে,

21. গাড়ির ইঞ্জিন দ্বারা কৃতকাজ -
(a) 1×10^5J (b) 1.05×10^5 J
(c) 1.5×10^5J (d) 2×10^5J
সমাধান: (c); $v^2 = v_0^2 = 2as \Rightarrow a = \frac{(20)^2-(0)^2}{2\times100}$
$= 2ms^{-1}$ $\therefore$ কৃতকাজ = পথ অতিক্রম করতে কৃতকাজ + ঘর্ষণবলের বিরুদ্ধে কাজ $= F \times S + F_s \times S$
$= 500 \times 2 \times 100 + 500 \times 100 = 1.5 \times 10^5$ J

22. গাড়িটির চূড়ান্ত গতিশক্তি - [Ans: a]
(a) 1×10^5J (b) 1.05×10^5J
(c) 1.510^5J (d) 2×10^5J

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
10 kg ভরের একটি বস্তুকে 2 m উচ্চতায় উপরে উঠাতে 230 J শক্তি লাগে।

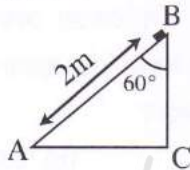
23. যে ত্বরণে বস্তুটিকে উঠানো হয়েছিল তা হল ($g = 10\ m/s^2$) [Ans: d]
(a) $1.05\ m/s^2$ (b) $1.5\ m/s^2$
(c) $3\ m/s^2$ (d) $11.5\ m/s^2$

MCQ: সম্ভাব্য নমুনা প্রশ্ন ও সমাধান

01. কৃতকাজ শূন্য হবে– [Ans: c]
(i) বস্তু সমবেগে গতিশীল থাকলে
(ii) বস্তু সমত্বরণে গতিশীল থাকলে
(iii) বস্তুর উপর প্রযুক্ত কেন্দ্রমুখী বল থাকলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

02. একটি হালকা ও একটি ভারী বস্তুর ভরবেগ সমান হলে–
(i) ভারী বস্তুর গতিশক্তি বেশী
(ii) হালকা বস্তুর গতিশক্তি বেশী
(iii) ভারী বস্তুর বেগ কম
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) iii
সমাধান: (b); $m_1 > m_2$; $m_1v_1 = m_2v_2$
$\Rightarrow v_1 = \frac{m_2}{m_1}v_2 \therefore v_1 < v_2$
$E_1 : E_2 = \frac{p^2}{2m_1} : \frac{p^2}{2m_2} \therefore E_1 < E_2$

03. চিত্রে 100kg ভরের ব্লকটি BA তল বরাবর নিচে পড়ছে। কৃতকাজের পরিমাণ কত?



(a) 100J (b) 200J (c) 980J (d) 1960J
সমাধান: (c); $W = mgh$
$= 100 \times 9.8 \times 2\cos 60° = 980J$

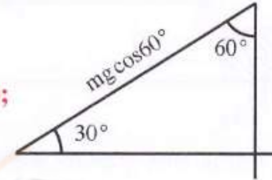
04. একটি বস্তুর গতিশক্তি দ্বিগুণ হলে ভরবেগ কত হবে? [Ans: c]
(a) 2 গুণ (b) $\sqrt{2}$ গুণ (c) $\frac{1}{2}$ গুণ (d) $\frac{1}{4}$গুণ

05. একটি স্প্রিং এর সাথে যুক্ত একটি বস্তু কোনো আনুভূমিক তলের উপর দিয়ে চলাচল করতে পারে। বস্তুটি যখন $X_i = 0.25m$ থেকে $X_f = 0.45m$ অবস্থানে সরে যায় তখন স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ [স্প্রিং ধ্রুবক = $220\ Nm^{-1}$]
(a) 15.4 J (b) −15.4 J (c) 150.4 J (d) −150.4 J
সমাধান: (b); স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ $= \frac{1}{2}k(x_i^2 - x_f^2)$
$= \frac{1}{2} \times 220 \times (0.25^2 - 0.45^2) = -15.4\ J$

06. কোনো স্প্রিং এর 10cm প্রসারণের জন্য 25N বলের প্রয়োজন। স্প্রিংটির 6cm প্রসারণ ঘটালে স্প্রিংটিতে কত শক্তি সঞ্চিত হবে?
(a) 0.45 J (b) 0.5 J (c) 1.25 J (d) 250J
সমাধান: (a); $F = kx \Rightarrow \frac{25}{0.1} = k \therefore k = 250Nm^{-1}$
$\therefore W = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 250 \times (0.06)^2 = 0.45J$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি গাড়ি 30° কোণে আনত রাস্তা দিয়ে $20\ ms^{-1}$ বেগে নামার সময় চালক ব্রেক করলে তা 20 m দূরত্ব অতিক্রম করে থেমে যায়। গাড়ির ভর 1000 kg।

07. অভিকর্ষ বলের প্রভাবে কৃতকাজ কত?
(a) 98 J (b) 44 J (c) 49000 J (d) 98000 J
সমাধান: (d);

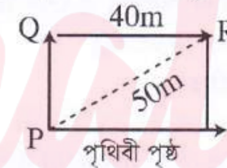


$W = mg\cos\theta \times s$
$= 1000 \times 9.8 \times \cos 60° \times 20 = 98000\ J$

08. ব্রেক চাপার কত সময় পর গাড়িটি থামবে?
(a) 1.0 sec (b) 1.5 sec (c) 2 sec (d) 5 sec
সমাধান: (c); $s = \frac{u+v}{2} \times t \Rightarrow t = \frac{2s}{u+v} = \frac{2\times20}{20+0} = 2s$

09. স্প্রিং এর উপর বল প্রয়োগে মুক্ত প্রান্তের x সরণ হলে স্প্রিং বলের বিপরীতে কৃতকাজ- [Ans: a]
(a) $W = \frac{1}{2}kx^2$ (b) $W = -\frac{1}{2}kx^2$
(c) $W = -\frac{1}{2}k^2x$ (d) $W = \frac{1}{2}k^2x$

10. চিত্রে দেখানো পথ দিয়ে একটি 4N ওজনের পাথরকে পৃথিবীর অভিকর্ষীয় ক্ষেত্রে P বিন্দু থেকে R বিন্দুতে স্থানান্তরিত করা হল। পাথরটির স্থিতিশক্তি কত বৃদ্ধি পেল?



(a) 120 J (b) 200 J (c) 280 J (d) 300 J
সমাধান: (a); $h = PQ = \sqrt{50^2 - 40^2} = 30m$
$E_p = mgh = 4 \times 30 = 120J$

11. অশ্বক্ষমতা ও ওয়াটের মধ্যে সম্পর্ক হলো– [Ans: a]
(i) 1 H.P=746 W (ii) 1 H.P = 550 ft-lbs^{-1}
(iii) 1 H.P = 550 ft-$Poundals^{-1}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

12. বল ও সরণের মান ধ্রুব থাকলে এদের মধ্যকার কোণ কত হলে সম্পন্ন কাজের পরিমাণ সর্বোচ্চ হবে? [Ans: a]
(a) 0° (b) 30° (c) 45° (d) 90°

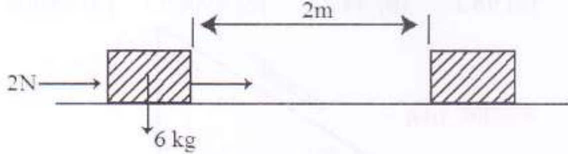
13. কোনো বস্তুর ভরবেগ 20% হ্রাস পেলে গতিশক্তি হ্রাস পায়–
(a) 36% (b) 40% (c) 64% (d) 75%

সমাধান: (a); $E_k = \frac{p^2}{2m}$; $E_k' = \frac{(0.8p)^2}{2m} = \frac{0.64\ p^2}{2m}$

$\therefore$ হ্রাস পায় $= \frac{E_k - E_k'}{E_k} \times 100\% = \frac{1-0.64}{1} \times 100\% = 36\%$

14. $0° < \theta < 90°$ হলে বল দ্বারা কৃতকাজ– **[Ans: a]**
(a) ধনাত্মক হবে (b) ঋণাত্মক হবে
(c) কাজ শূন্য হবে (d) অসীম হবে

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



15. বস্তুটির 2m সরণের ফলে কৃতকাজ কত?
(a) 4 J (b) 6 J (c) 12 J (d) 0 J
সমাধান: (a); $W = F \cdot S = 2 \times 2 = 4\,J$

16. বস্তুটি কর্তৃক অভিকর্ষের বিরুদ্ধে কৃতকাজের মান কত?
(a) 12 J (b) 4 J (c) 10 J (d) 0 J
সমাধান: (d); অভিকর্ষ বরাবর সরণ 0 m

17. কাজ-শক্তি উপপাদ্য- **[Ans: d]**
(a) কাজ ও শক্তি একই
(b) কাজ করতে শক্তি লাগে
(c) বল দ্বারা কৃতকাজ গতিশক্তির পরিবর্তনের হারের সমান
(d) বল দ্বারা কৃতকাজ গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান

18. সংরক্ষণশীল বলের ক্ষেত্রে – **[Ans: a]**
(i) কৃতকাজ পুনরুদ্ধার করা সম্ভব
(ii) যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্র মেনে চলে
(iii) কৃতকাজ আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থানের পাশাপাশি গতিপথের ওপর নির্ভর করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, , iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

19. ক্ষমতা P, বল F ও বেগ v-এর মধ্যে সম্পর্ক হলো-**[Ans: c]**
(a) $P = \frac{F}{v}$ (b) $F = \frac{P}{v^2}$ (c) $P = Fv$ (d) $v = PF$

20. 2 ক্যালরি তাপ সম্পূর্ণরূপে কাজে রূপান্তরিত হলে কত কাজ হবে? **[Ans: c]**
(a) 8.2 J (b) 4.2 J (c) 8.4 J (d) 4.8 J

21. কোনো নির্দিষ্ট ভরের বস্তুর ভরবেগ এর গতিশক্তির- **[Ans: b]**
(a) বর্গের সমানুপাতিক (b) বর্গমূলের সমানুপাতিক
(c) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক (d) সমানুপাতিক

22. কোনো বস্তুকে 45° কোণে এবং E গতিশক্তিতে নিক্ষেপ করলে সর্বোচ্চ বিন্দুতে বিভব শক্তি কত?
(a) 0 (b) $\frac{E}{4}$ (c) $\frac{E}{2}$ (d) E
সমাধান: (c); সর্বোচ্চ বিন্দুতে বেগ, $v = v_0 \cos\theta_0 = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$

$\therefore E_p = E - \frac{1}{2}m\frac{v_0^2}{2} = E - \frac{1}{2}E = \frac{1}{2}E$

23. 20kg ভরের একটি বস্তুর বেগ, $\vec{v} = (\hat{i} + 3\hat{j} + \hat{k})ms^{-1}$ হলে এর গতিশক্তি কত হবে? **[Ans: a]**
(a) 110 J (b) 120 J (c) 115 J (d) 130 J

24. আনত তলে গতিশীল বস্তুর স্থিতিশক্তি ও গতিশক্তির সমষ্টি-
(a) পরিবর্তনশীল (b) ক্রমবর্ধমান **[Ans: d]**
(c) ক্রমহ্রাসমান (d) ধ্রুবক

25. একটি রাবারের বল 19.6m উচ্চতা হতে ভূমিতে পতিত হল। ভূমি স্পর্শ করার পূর্ব মূহুর্তে এর –
(i) স্থিতিশক্তি < গতিশক্তি (ii) গতিশক্তি = স্থিতিশক্তি
(iii) স্থিতিশক্তি – গতিশক্তি = 0
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, iii (d) ii, iii
সমাধান: (a); স্থিতিশক্তি = 0, গতিশক্তি > স্থিতিশক্তি।

26. ক্ষমতার একক– **[Ans: d]**
(i) Js^{-1} (ii) watt (iii) Nms^{-1}
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

27. একটি বন্দুকের গুলি কোনো দেয়ালের মধ্যে 0.04m প্রবেশ করার পর অর্ধেক বেগ হারায়। দেয়ালের মধ্যে আর কতটুকু প্রবেশ করবে?
(a) 0.0133m (b) 0.0167m
(c) 0.08m (d) 0.02m
সমাধান: (a); $F \times 0.04 = \frac{1}{2}m\left(u^2 - \frac{u^2}{4}\right) \cdots\cdots\cdots (i)$

$F \times (0.04 + s) = \frac{1}{2}mu^2 \cdots\cdots\cdots (ii)$

$(i) \div (ii) \Rightarrow \frac{0.04}{0.04+s} = \frac{1-\frac{1}{4}}{1} \therefore s = 0.0133m$

28. কোনো বস্তুকে নির্দিষ্ট উচ্চতা থেকে ছেড়ে দেয়া হলো। এতে ভূমি থেকে 20m উচ্চতায় বস্তুর গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ পাওয়া গেল। বস্তুটির অতিক্রান্ত দূরত্ব কত?
(a) 20m (b) 40m (c) 60m (d) 80m
সমাধান: (b); $E_k = 2E_p \Rightarrow E_{Total} = 3E_p$

$\Rightarrow mgh = 3 \times mg \times 20 \Rightarrow h = 60m$

$\therefore \Delta h = 60 - 20 = 40m$

29. নিচের প্রতিটি কণার ভরবেগ সমান হলে কোন কণাটির গতিশক্তি সর্বাধিক হবে?
(a) প্রোটন (b) নিউট্রন
(c) ইলেকট্রন (d) হাইড্রোজেন নিউক্লিয়াস
সমাধান: (c); ভরবেগ স্থির থাকলে, $E \propto \frac{1}{m}$

30. 20m উচ্চতা থেকে 2kg ও 4kg ভরের দুটি বস্তু একই সময়ে পতিত হলো। উপর থেকে 10m নিচের দিকে আসার পর তাদের গতিশক্তির অনুপাত হবে?

(a) 1:2 (b) 1:4 (c) 4:1 (d) $1:\sqrt{2}$

সমাধান: (a); গ্যালিলিওর সূত্রানুযায়ী বেগ একই থাকবে।

$\therefore \frac{E_{k_1}}{E_{k_2}} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{2}{4} = 1:2$

31. 60kg ভরের এক লোক প্রতিটি 15cm উঁচু 50 টি সিঁড়ি 20sec সময়ে উঠতে পারে। লোকটির অশ্বক্ষমতা কত?

(a) 1HP (b) 0.72HP
(c) 0.422HP (d) 0.296HP

সমাধান: (d); $P = \frac{mgh}{t} = \frac{60\times9.8\times50\times0.15}{20\times746}$HP

$= 0.296$ HP

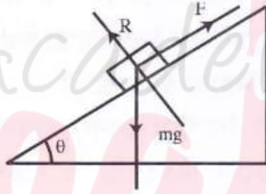
32. একটি বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে– [Ans: b]

(i) সর্বাধিক উচ্চতায় বিভব শক্তি সর্বোচ্চ
(ii) সর্বাধিক উচ্চতায় গতিশক্তি সর্বোচ্চ
(iii) মোট শক্তি সর্বত্র সমান

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



33. ব্লকটি F এর প্রভাবে তল বেয়ে উপরে উঠছে। এখানে কোন বলের বিরুদ্ধে কাজ হয়েছে? [Ans: c]

(a) F (b) mg (c) $mg\sin\theta$ (d) $mg\cos\theta$

34. R =? [Ans: c]

(a) mg (b) $mg\sin\theta$ (c) $mg\cos\theta$ (d) F

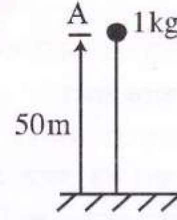
35. একটি বন্দুকের স্প্রিংকে 4cm সংকুচিত করে 10gm ভরের একটি গুলি ছোঁড়া হলো। স্প্রিংটি যখন সাম্যাবস্থায় পৌঁছে তখন সদ্যমুক্ত গুলির বেগ কত? (স্প্রিং ধ্রুবকের মান $200Nm^{-1}$)

(a) 5.677 (b) 5.657 (c) 5.767 (d) 5.867

সমাধান: (b); $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}kx^2$

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{kx^2}{m}} = \sqrt{\frac{200\times0.04^2}{0.01}} = 5.657ms^{-1}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



36. A অবস্থানে মোট শক্তি কত? [Ans: c]

(a) 480J (b) 490J (c) 500J (d) 510J

37. বস্তুটি A অবস্থান থেকে মুক্তভাবে পড়লে 2sec পর মোট গতিশক্তি কত?

(a) 192.02 J (b) 192.04 J (c) 192.06 J (d) 192.08 J

সমাধান: (d); $v = u + gt = 19.6ms^{-1}$

$\therefore$ গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 192.08$ J

38. একটি স্থির বস্তুর থাকতে পারে– [Ans: a]

(a) শক্তি (b) দ্রুতি (c) ভরবেগ (d) বেগ

39. কাজ সম্পাদিত হবে যদি একজন লোক– [Ans: c]

(i) ভারী বস্তু নিয়ে দাঁড়িয়ে থাকে
(ii) সিঁড়িতে উঠে (iii) ভ্যান গাড়ি টানে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

40. কাজ করার হারকে ক্ষমতা বলে। ক্ষমতার সমীকরণ হলো– [Ans: d]

(i) $P = Fv\cos\theta$ (ii) $P = \frac{mgh}{t}$ (iii) $P = \frac{dW}{dt}$

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

41. একটি পূর্ণ চক্রে কোন কণার উপর সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজ– [Ans: a]

(i) এর মোট পরিমাণ শূন্য হয়
(ii) কণার গতিপথের উপর নির্ভর করে না
(iii) সম্পূর্ণভাবে পুনরুদ্ধার করা সম্ভব নয়

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

42. ক্ষমতার মাত্রা কোনটি? [Ans: a]

(a) ML^2T^{-3} (b) ML^2T^{-2}
(c) MLT^{-2} (d) $M^{-1}L^2T^{-3}$

জ্ঞানমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. অসংরক্ষণশীল বল কাকে বলে? [DB'22; RB'22; JB'22; Din.B'22]

উত্তর: কোনো বল দ্বারা সৃষ্ট ক্ষেত্রে অবস্থিত একটি বস্তুকে যেকোনো পথে ঘুরিয়ে পুনরায় প্রাথমিক অবস্থানে আনলে যদি ঐ বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য না হয়, তবে তাকে অসংরক্ষণশীল বল বলে।

02. কর্মদক্ষতা কী? [Ctg.B'22; MB'22; Ctg.B'21; B'21; JB'21; SB'21, 19]

উত্তর: কোনো ব্যবস্থা (system) বা যন্ত্র থেকে প্রাপ্ত মোট কার্যকর শক্তি এবং ব্যবস্থায় বা যন্ত্রে প্রদত্ত মোট শক্তির অনুপাতকে ঐ ব্যবস্থা বা যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলে। কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{\text{কার্যকর শক্তি}}{\text{প্রদত্ত শক্তি}}$

03. অশ্বক্ষমতা কী? [SB'22; CB'22; BB'22; Ctg.B'17; Din.B'17; RB'19]

উত্তর: অশ্বক্ষমতা ক্ষমতার একটি একক। কোনো যন্ত্র প্রতি সেকেন্ডে 746J কাজ সম্পন্ন করলে, সেই যন্ত্রের ক্ষমতাকে 1 অশ্বক্ষমতা বলে।

04. সংরক্ষণশীল বল কাকে বলে? [DB'21; RB'21; Din.B'21; MB'21; DB'17]

উত্তর: যে সংস্থা বা সিস্টেমে যান্ত্রিক শক্তি সংরক্ষিত থাকে তা সংরক্ষণশীল সিস্টেম এবং এরূপ সিস্টেমে ক্রিয়াশীল বলকে সংরক্ষণশীল বল বলে। একটি বদ্ধ পথে কোনো বল দ্বারা মোট কৃতকাজের পরিমাণ শূন্য হলে সেই বলকে সংরক্ষণশীল বল বলে।

05. স্প্রিং ধ্রুবক কাকে বলে? [DB'21; Ctg.B'21; Din.B'19]

উত্তর: স্প্রিং এর একক দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির জন্য প্রযুক্ত বলকেই স্প্রিং ধ্রুবক বলে।

06. ক্ষমতার মাত্রা সমীকরণ লিখ। [RB'21]

উত্তর: ক্ষমতার মাত্রা, $[P] = [ML^2T^{-3}]$

07. ঋণাত্মক কাজ কী? [SB'21; BB'19]

উত্তর: কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগের ফলে বলের বিপরীত দিকে বস্তুর সরণ ঘটলে বা বলের বিপরীত দিকে সরণের উপাংশ থাকলে তাহলে বল ও সরণের উপাংশের গুণফলকে ঋণাত্মক কাজ বলে। ঋণাত্মক কাজের ক্ষেত্রে $90° < \theta \leq 180°$।

08. কাজ-শক্তি উপপাদ্যটি বিবৃত কর। [JB'21, JB'19; All B'18]

উত্তর: কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়ারত লব্ধি বল কর্তৃক কৃতকাজ তার গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান।

09. ক্ষমতা কাকে বলে? [CB'21; MB'21]

উত্তর: কোনো একটি উৎসের কাজ করার হারকে ক্ষমতা বলে।

10. স্প্রিং বল কী? [SB'19]

উত্তর: কোনো স্প্রিং সংকোচন বা প্রসারণের ফলে এর ভিতরে যে প্রত্যয়নী বল উদ্ভব হয় তা স্প্রিং বল।

11. যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা কাকে বলে? [JB'17]

উত্তর: কোনো সিস্টেমে কেবল সংরক্ষণশীল বল ক্রিয়া করলে, সিস্টেমের বিভবশক্তি ও গতিশক্তির সমষ্টি ধ্রুব থাকে। একে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা বলে।

CQ: সম্ভাব্য জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. ধনাত্মক কাজ কী?

উত্তর: কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগের ফলে বলের দিকে বস্তুর সরণ ঘটলে বা বলের দিকে সরণের উপাংশ থাকলে তাহলে বল ও সরণের উপাংশের গুণফলকে ধানত্মক কাজ বলে।

02. গতিশক্তি ও ভরবেগের মধ্যে সম্পর্ক কী?

উত্তর: গতিশক্তি, $E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\frac{(mv)^2}{m} = \frac{p^2}{2m}$; যেখানে, p = ভরবেগ।

03. চৌম্বক বল কোন প্রকার বল?

উত্তর: চৌম্বক বল হল সংরক্ষণশীল বল, কারণ কোনো বস্তুর উপর চৌম্বক বল প্রযুক্ত করলে বস্তুটিকে যেকোনো পথে ঘুরিয়ে এর আদি অবস্থানে আনলে কৃত কাজের মান শূন্য হয়।

04. অভিকর্ষজ বিভব শক্তি কী?

উত্তর: অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কোনো বস্তুকে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় নিয়ে গেলে বস্তুটি যে কাজ করার সামর্থ্য অর্জন করে বা বস্তুটিতে যে শক্তি সঞ্চিত হয় তাকে অভিকর্ষজ বিভব শক্তি বলে।

05. স্প্রিং বল দ্বারা কৃত কাজের পরিমাণ কী?

উত্তর: স্প্রিং বল দ্বারা কৃত কাজের পরিমাণ, $W = \frac{1}{2}kx^2$। যেখানে, k = স্প্রিং ধ্রুবক, x = সরণ।

06. শক্তি কী?

উত্তর: কোনো বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যকে শক্তি বলে।

07. স্থিতিশক্তি কি ঋণাত্মক হতে পারে?

উত্তর: স্থিতিশক্তি ঋণাত্মক হতে পারে।

অনুধাবনমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. **সমতলে হাঁটা অপেক্ষা সিঁড়ি দিয়ে হেঁটে উপরে উঠা কষ্টকর।– ব্যাখ্যা কর।** **[DB'22; JB'22]**

উত্তর: সমতলে হাঁটা অপেক্ষা সিঁড়ি দিয়ে উঠা কষ্টকর উচ্চতার কারণে। সমতলে হাঁটার সময় প্রতিক্রিয়া বল ও ওজন সবসময় সমান হয়ে থাকে যার ফলে হাঁটা কষ্টকর হয় না। অপরদিকে, সিঁড়ি দিয়ে উপরে উঠার সময় উচ্চতা বাড়তে থাকে। যার ফলে কৃতকাজও বাড়তে থাকে। তাই হাঁটাও কষ্টকর হয়।

02. **বল ও সরণ শূন্য না হলেও কাজ শূন্য হতে পারে কি? ব্যাখ্যা কর।** **[DB'22; Ctg.B'22; BB'22; SB'21]**

উত্তর: বল ও সরণ শূন্য না হলেও কাজ শূন্য হতে পারে যদি বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ $90°$ হয়। আমরা জানি, কাজ $W = Fs\cos\theta$ যেখানে F = বল, s = সরণ এবং θ = বল ও সরণের অন্তর্ভুক্ত কোণ। এখন F ও s কোনোটাই শূন্য না হলেও $\cos\theta = 0$ বা, $\theta = 90°$ হলে কাজ শূন্য হবে। অর্থাৎ বল ও সরণের অন্তর্ভুক্ত কোণ $90°$ হলে কাজ শূন্য হবে।

03. **একটি স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক $2.5\ Nm^{-1}$ বলতে কী বুঝায়?** **[RB'22; RB'17]**

উত্তর: স্প্রিং ধ্রুবক $2.5\ Nm^{-1}$ বলতে বুঝায় কোনো স্প্রিং এ $2.5\ N$ বল প্রয়োগ করলে স্প্রিংটির $1m$ সংকোচন অথবা প্রসারণ হবে। কোনো স্প্রিং এর মুক্ত প্রান্তের $1m$ সরণ ঘটলে স্প্রিংটি যদি সরণের বিপরীত দিকে $2.5N$ বল প্রয়োগ করে তবে ঐ স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক $2.5\ Nm^{-1}$।

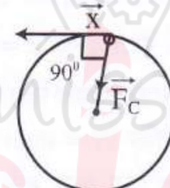
04. **অভিকর্ষ বল একটি সংরক্ষণশীল বল– ব্যাখ্যা কর।** **[SB'22]**

উত্তর: অভিকর্ষজ বলের ক্ষেত্রে এক বিন্দু হতে অপর বিন্দুতে বস্তুর গমনের ফলে কৃতকাজ, পথের ওপর নির্ভর করে না বরং আদি ও অন্তবিন্দুর অবস্থানের ওপর নির্ভর করে। বস্তুটি পুনরায় আদি বিন্দুতে ফিরে এলে কৃতকাজ শূন্য হয় এবং শক্তির অপচয় ঘটে না। তাই অভিকর্ষ বল একটি সংরক্ষণশীল বল।

05. **বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান বস্তুর কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হয়– ব্যাখ্যা কর।** **[SB'22; BB'17; Ctg.B'17; Din.B'19]**

উত্তর: বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনের সময় কেন্দ্রমুখী বল সর্বদা কেন্দ্রের দিকে ক্রিয়া করে এবং সরণ হয় সর্বদা স্পর্শক বরাবর। সুতরাং, বল $(\vec{F_c})$ ও সরণের $(\vec{x})$ মধ্যবর্তী কোণ $90°$।

$\therefore$ কাজ, $W = \vec{F_c}\cdot\vec{x} = F_c x\cos\theta = F_c x\cos 90° = 0$



06. **পৃথিবীর চারদিকে চাঁদ একবার ঘুরে আসলে কৃতকাজ কীরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর।** **[CB'22; JB'21; MB'21]**

উত্তর: চাঁদ পৃথিবীর চারদিকে ঘুরছে কেন্দ্রমুখী বলের কারণে। কেন্দ্রমুখী বলের দ্বারা কৃতকাজ হয় শূন্য। কারণ কেন্দ্রমুখী বলের দিক এবং সরণের মধ্যবর্তী কোণ $90°$। এর ফলে চাঁদ পৃথিবীর চারদিকে ঘুরলেও কোনো কাজ হচ্ছে না। কারণ $W = Fs\cos 90° = 0$



07. **স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে স্প্রিং বল একটি সংরক্ষণশীল বল– ব্যাখ্যা কর।** **[Din.B'22]**

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ পথের উপর নির্ভর করে না বরং স্প্রিং এর সাথে যুক্ত বস্তুর আদি ও চূড়ান্ত অবস্থানের উপর নির্ভর করে। এছাড়াও আদর্শ অবস্থায় স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজের কোনরূপ অপচয় হয় না। তাই বলা যায় যে, স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে স্প্রিং বল একটি সংরক্ষণশীল বল।

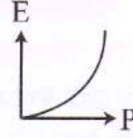
08. **ঘর্ষণ বল কি অসংরক্ষণশীল বল? ব্যাখ্যা কর।** **[DB'21; SB'21; BB'21; Din.B'17]**

উত্তর: হ্যাঁ, ঘর্ষণ বল একটি অসংরক্ষণশীল বল। এক্ষেত্রে কোনো এক বিন্দু হতে যাত্রা শুরু করে যে কোনো পথে আবার ঐ বিন্দুতে ফিরে এলে কৃতকাজ শূন্য হয় না। ঘর্ষণ বল দ্বারা কাজ শুধু আদি ও চূড়ান্ত অবস্থানের উপর নির্ভর করে না, গতিপথের উপরও নির্ভর করে। পূর্ণচক্রে মোট কাজ শূন্য হয় না এবং যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতার সূত্রও প্রযোজ্য হয় না। ঘর্ষণ বল দ্বারা কৃতকাজ পুনরুদ্ধার সম্ভব নয়। এ সব অসংরক্ষণশীল বলের বৈশিষ্ট্য হওয়ায় ঘর্ষণ বল একটি অসংরক্ষণশীল বল।

09. ভরবেগ ও গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক লেখচিত্র দিয়ে ব্যাখ্যা কর। [DB'21]

উত্তর: $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\frac{(mv)^2}{m} = \frac{1}{2}\frac{p^2}{m} \therefore E_k \propto p^2$

∴ গতিশক্তি ভরবেগের বর্গের সমানুপাতিক।



10. শূন্য কাজ ব্যাখ্যা কর। [DB'21]

উত্তর: বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর যদি বলের দিক বরাবর কোনো সরণ না ঘটে, তবে সেক্ষেত্রে কাজ শূন্য হয়। শূন্য কাজ নিম্নোক্তভাবে হতে পারে:

(i) সরণ যদি শূন্য হয়, তবে $W = F \times 0 = 0$

(ii) বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 90° হলে, কাজ $W = Fs\cos 90° = 0$

(iii) সংরক্ষণশীল বলের প্রভাবে যদি বস্তু বৃত্তাকার পথে ঘুরে তখন কাজ শূন্য হয়।

11. **"কোনো বস্তুর গতিশক্তি 10J"–ব্যাখ্যা কর।** [RB'21]

উত্তর: "কোনো বস্তুর গতিশক্তি 10J" বলতে বুঝায় বস্তুটির গতিশীলতার জন্য এটি 10J কাজ করার সামর্থ্য লাভ করেছে। গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$। v যত বড় হয়, গতিশক্তি তত বেশি হয়। এই v বা বেগ এর জন্য m ভরের বস্তুটি 10J কাজ করার সামর্থ্য বা যান্ত্রিক শক্তি লাভ করে। ঐ বস্তুকে স্থিতিতে আনার পূর্ব পর্যন্ত যে পরিমাণ কাজ করতে হয়, তার পরিমাণ হল 10J।

12. স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ ঋণাত্মক হয়-ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'21]

উত্তর: সরণের বিপরীতে স্প্রিং কর্তৃক সৃষ্ট প্রত্যয়নী বল কাজ করে। ফলে বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 180° হয়। এতে কৃতকাজ ঋণাত্মক হয়। আমরা জানি, কাজ, $W = Fs\cos\theta$। স্প্রিংকে xm পরিমাণ টানলে/চাপালে এই সরণের বিপরীতে F প্রত্যয়নী বল সৃষ্টি হয়। তাই বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 180°। $\therefore W = Fx\cos 180° = -Fx$। এভাবে স্প্রিং বল দ্বারা কৃতকাজ ঋণাত্মক হয়।

13. **একটি আদর্শ স্প্রিং এর বল ধ্রুবক $125\ Nm^{-1}$ বলতে কী বুঝায়?** [BB'21]

উত্তর: স্প্রিং এর বল ধ্রুবক $125\ Nm^{-1}$ বলতে বোঝায়, স্প্রিংটির প্রতি মিটার সংকোচন বা প্রসারণের জন্য 125N বল প্রয়োগ করতে হবে। স্প্রিং ধ্রুবক $k = \frac{F}{x}$ $\therefore k = 125\ Nm^{-1}$ হলে, স্প্রিংটির উপর 125N বল প্রয়োগে 1m প্রসারিত বা সংকুচিত হবে।

14. দুটি একই ভরের বস্তুকে ভিন্ন স্থানে ভূমি হতে একই উচ্চতায় রাখলে স্থিতিশক্তি ভিন্ন হতে পারে–কারণ ব্যাখ্যা কর। [JB'21]

উত্তর: স্থিতিশক্তি $W = mgh$। অর্থাৎ স্থিতিশক্তি তিনটি বিষয়ের উপর নির্ভরশীল ভর, উচ্চতা এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ। দুটি একই ভরের বস্তুকে ভিন্ন স্থানে ভূমি হতে একই উচ্চতায় রাখলে m এবং h একই। তবে ভিন্ন স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভিন্ন হতে পারে। ফলে স্থিতিশক্তি ভিন্ন হতে পারে।

15. কখন স্প্রিং দ্বারা ধনাত্মক কাজ সম্পন্ন হয়? ব্যাখ্যা কর। [CB'21]

উত্তর: স্প্রিং এ উদ্ভূত প্রত্যয়নী বল, $F_s = -kx$। $\therefore w = \int_{x_1}^{x_2} -kx\,dx = -\frac{1}{2}k[x^2]_{x_1}^{x_2} = \frac{1}{2}k(x_1^2 - x_2^2)$। এই সমীকরণে দেখা যায় কৃতকাজের মান ধনাত্মক হয় যদি $|x_1| > |x_2|$ হয় অর্থাৎ যদি কণাটির আদি সরণের মান এর শেষ সরণের মানের চেয়ে বড় হয়। স্প্রিংটি ধনাত্মক কাজ সম্পন্ন করে যখন এটি কণাটিকে $x = 0$ অবস্থান ফিরিয়ে আনতে চায়। অর্থাৎ যখন স্প্রিং প্রসারিত বা সংকুচিত অবস্থা হতে শিথিল অবস্থায় আসে।

16. স্থিতিস্থাপক বল এবং অভিকর্ষীয় বল দ্বারা সম্পাদিত কাজের মধ্যে পার্থক্য ব্যাখ্যা কর। [CB'21; Din.B'21]

উত্তর: স্থিতিস্থাপক বল দ্বারা কৃতকাজ, $W = \int_{x_1}^{x_2} F\,dx = \int_{x_1}^{x_2} kx\,dx = \frac{1}{2}k(x_2^2 - x_1^2)$। অর্থাৎ $W \propto x^2$ অর্থাৎ কৃতকাজ সরণের বর্গের সমানুপাতিক। অভিকর্ষীয় বল দ্বারা কৃতকাজ, $W = \frac{GMm}{R^2} \times h$। অর্থাৎ অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ সরণ বা উচ্চতার সমানুপাতিক। অর্থাৎ $W \propto h$।

17. সংরক্ষণশীল বল বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না- ব্যাখ্যা কর। [MB'21]

উত্তর: সংরক্ষণশীল বল শুধুমাত্র বস্তুর অবস্থানের উপর নির্ভর করে। তাই সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজ বস্তুর আদি ও চূড়ান্ত অবস্থানের উপর নির্ভর করে। কোন পথে বস্তুটিকে আনা হয়েছে তার উপর নির্ভর করে না। কাজেই সংরক্ষণশীল বল বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না। কেবল আদি ও শেষ অবস্থানের উপর নির্ভর করে।

18. কাজ ও টর্ক-এর মাত্রা এবং একক সমান হলেও এরা ভিন্ন রাশি- ব্যাখ্যা দাও। [DB'19]

উত্তর: কাজ হচ্ছে বল এবং বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফল। টর্ক হচ্ছে বলের ভ্রামক। কাজ, $W = FS\cos\theta$ অর্থাৎ মাত্রা ML^2T^{-2} এবং টর্ক, $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \Rightarrow \tau = Fr\sin\theta$; মাত্রা ML^2T^{-2} অর্থাৎ দেখা যাচ্ছে কাজ ও টর্কের মাত্রা একই। কিন্তু কাজ দ্বারা শক্তির রূপান্তরকে ইঙ্গিত করা হয়। অন্যদিকে টর্ক ঘূর্ণন সৃষ্টিকারী বলকে নির্দেশ করে। টর্ক প্রয়োগের মাধ্যমে কোনো ঘূর্ণায়মান বস্তুর কৌণিক ত্বরণ সৃষ্টি করা হয়। সুতরাং কাজ ও টর্ক একই রাশি নয়। এছাড়াও টর্কে দিক বিবেচ্য হলেও কাজে তা হয় না। অর্থাৎ টর্ক ভেক্টর রাশি হলেও কাজ স্কেলার রাশি।

19. বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনরত কোনো দৃঢ় বস্তুর প্রত্যেকটি কণার কৌণিক গতিশক্তি সমান হলেও রৈখিক গতিশক্তি ভিন্ন হয়- ব্যাখ্যা দাও। [DB'19]

উত্তর: সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণায়মান বস্তুর প্রতিটি কণার কৌণিক বেগ সমান থাকে। তবে রৈখিক বেগ $v = \omega r$। এখানে প্রতিটি কণার r আলাদা হয় বলে v এর মান আলাদা হয়। তাই কৌণিক গতিশক্তি একই হলেও রৈখিক গতিশক্তি ভিন্ন হয়।

20. কোনো বস্তু কীভাবে স্থিতিশক্তি অর্জন করে? ব্যাখ্যা দাও। [DB'19]

উত্তর: কোনো বস্তুর আকার, আকৃতি বা অবস্থানের পরিবর্তনের ফলে বস্তু যে কাজ করার ক্ষমতা অর্জন করে তাকে স্থিতিশক্তি বলে। কোনো বস্তুকে যদি বলের বিরুদ্ধে সরণ ঘটানো হয় তাহলে বস্তুর মধ্যে পূর্বের অবস্থানে ফিরে আসার জন্য শক্তি সঞ্চিত থাকে। তাছাড়া কোনো স্থিতিস্থাপক বস্তুর আকার-আকৃতি পরিবর্তন করলেও বস্তুটি পূর্বের অবস্থানে ফিরে আসবার জন্য নিজের মধ্যে শক্তি সঞ্চিত রাখে। অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে সঞ্চিত শক্তি mgh এবং স্প্রিং বলের ক্ষেত্রে স্থিতিশক্তি $\frac{1}{2}kx^2$।

21. বন্দুক হতে গুলি ছোড়ার সময় বন্দুক ও গুলির মধ্যে কোনটির গতিশক্তি বেশি ব্যাখ্যা কর। [JB'19]

উত্তর: বন্দুক ও গুলির মাঝে গুলির গতিশক্তি বেশি। কেননা, $E_{bullet} = \frac{p^2}{2m_{bullet}}$; $E_{gun} = \frac{p^2}{2m_{gun}}$

এখানে, p উভয়ের সমান তবে $m_{bullet} < m_{gun}$ বলে $E_{bullet} > E_{gun}$।

22. স্প্রিং ধ্রুবক-এর তাৎপর্য ব্যাখ্যা কর। [JB'19]

উত্তর: স্প্রিং ধ্রুবকের তাৎপর্য নিম্নরূপ:

(i) স্প্রিং ধ্রুবকের মাধ্যমে কোনো বস্তুতে সংকোচন প্রসারণের ফলে প্রত্যয়নী বল জানা যায়।

(ii) সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ জানা যায়।

(iii) স্প্রিং এর পর্যায়কাল জানা যায়।

(iv) স্প্রিং এর ধর্ম জানা যায়। এজন্য স্প্রিং ধ্রুবকের তাৎপর্য অনেক বেশি।

23. বল ও সরণ ভেক্টর রাশি হলেও তাদের দ্বারা সৃষ্ট কাজ স্কেলার রাশি-ব্যাখ্যা কর। [All B'18]

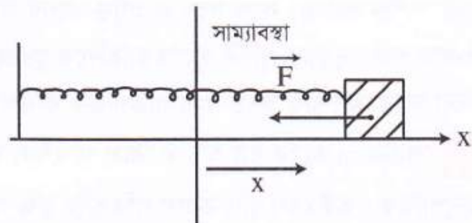
উত্তর: বল ও সরণ উভয়েই ভেক্টর রাশি। কিন্তু কাজ হল বল ও সরণের ডট গুণফল। দুটি ভেক্টর রাশির ডট গুণফল সর্বদাই স্কেলার। ধরি, $\vec{F} = F_x\hat{i} + F_y\hat{j} + F_z\hat{k}$, $\vec{S} = S_x\hat{i} + S_y\hat{j} + S_z\hat{k}$ । $\therefore$ কাজ, $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = F_xS_x + F_yS_y + F_zS_z$ যা একটি স্কেলার রাশি।

24. কোনো একটি যন্ত্রের ক্ষমতা 50WM- ব্যাখ্যা কর। [All B'18]

উত্তর: কোনো যন্ত্রের ক্ষমতা 50MW বলতে বোঝায় যন্ত্রটি সেকেন্ডে 50×10^6J কাজ সম্পন্ন করতে পারে অথবা 50×10^6J শক্তিকে অন্য শক্তিতে রূপান্তর করে।

25. প্রত্যয়নী বল দ্বারা কৃত কাজ কখন ঋণাত্মক হবে-ব্যাখ্যা কর। [JB'17]

উত্তর: কাজ, $W = \vec{F} \cdot \vec{x} = Fx\cos\theta$



সুতরাং কাজ ঋণাত্মক হবে যদি সরণ ও বলের দিক বিপরীতমুখী হয়। উপরের চিত্রে, ব্লকটি টেনে X অক্ষের ধনাত্মক দিকে নিলে কাজ ঋণাত্মক হবে। কেননা বল X-অক্ষের ঋণাত্মক দিকে ক্রিয়া করছে। প্রত্যয়নী বল দ্বারা কাজের ক্ষেত্রে বল ও সরণ সর্বদা বিপরীতমুখী।

26. পড়ন্ত বস্তুর উপর অভিকর্ষজ বল কর্তৃক কৃতকাজ ধনাত্মক-ব্যাখ্যা কর। [Din,B'17]

উত্তর: কাজ, $W = \vec{F} \cdot \vec{x}$। অভিকর্ষ বল নিচের দিকে ক্রিয়া করে। পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে সরণও নিচের দিকে। ফলে $\vec{F}$ ও $\vec{x}$ এর মধ্যবর্তী কোণ, $\theta = 0°$। $\therefore$ কাজ, $W = \vec{F} \cdot \vec{x} = Fx\cos\theta = Fx$। অতএব, বল ও সরণের দিক অভিন্ন হওয়ায় কাজ ধনাত্মক।

27. একটি ইঞ্জিনের দক্ষতা 60% বলতে কি বুঝায়? [BB'16]

উত্তর: ইঞ্জিনের দক্ষতা 60% বলতে বোঝায় যে ইঞ্জিনে যে পরিমাণ শক্তি প্রদান করা হয় এই ইঞ্জিন তার শতকরা 60 ভাগ শক্তিকে বাস্তবে কাজে রূপান্তর করতে পারে।

28. বলের দ্বারা কাজ বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা কর। [SB'15]

উত্তর: কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগের ফলে বলের দিকে সরণের উপাংশ থাকলে বলের দ্বারা কাজ বা ধনাত্মক কাজ হয়। বলের দ্বারা কাজের ফলে বস্তুর গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়। কোনো বস্তু অভিকর্ষের প্রভাবে নিচে নেমে আসা-বলের দ্বারা কাজের উদাহরণ।

29. একটি হালকা ও একটি ভারী বস্তুর ভরবেগ সমান হলে কোনটির গতিশক্তি বেশি হবে- ব্যাখ্যা কর। [BB'15]

উত্তর: মনে করি, দুটি বস্তুর ভর m_1 ও $m_2 (m_2 > m_1)$ এবং গতিবেগ v_1 ও v_2। এদের ভরবেগ সমান হলে, $m_1v_1 = m_2v_2$

বা, $\frac{v_2}{v_1} = \frac{m_1}{m_2}$। ∴ এদের গতিশক্তির অনুপাত $= \frac{E_{k_1}}{E_{k_2}} = \frac{\frac{1}{2}m_1v_1^2}{\frac{1}{2}m_2v_2^2} = \frac{m_1}{m_2} \times \left(\frac{m_2}{m_1}\right)^2 = \frac{m_2}{m_1}$। $\because m_2 > m_1 \therefore E_{k_1} > E_{k_1}$

অর্থাৎ, হালকা বস্তুর গতিশক্তি বেশি।

30. কোনো বস্তুর গতিশক্তি কি ঋণাত্মক হতে পারে? ব্যাখ্যা কর। [JB'15]

উত্তর: কোনো বস্তুর গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mv^2$; বস্তুর ভর m কখনোই ঋণাত্মক হয় না এবং v ধনাত্মক বা ঋণাত্মক যাই হোক না কেন v^2 সর্বদাই ধনাত্মক হয়। তাই কোনো বস্তুর গতিশক্তি ঋণাত্মক হতে পারে না।

CQ: সম্ভাব্য অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. 1 কিলোওয়াট ঘণ্টা বলতে কী বোঝ?

উত্তর: 1 কিলোওয়াট ক্ষমতার কোনো যন্ত্রের সাহায্যে 1 ঘণ্টায় যে কাজ সম্পন্ন হয় তা হল 1 কিলোওয়াট-ঘণ্টা। এটি শক্তির একক।
$1kW\text{-}h = 1 \times 1000 \times 3600 = 3600000 = 3.6 \times 10^6 J$

02. কোনো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 70% বলতে কী বুঝ?

উত্তর: কোনো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 70% বলতে বোঝায় যদি ঐ ইঞ্জিনে 100 একক শক্তি সরবরাহ করা হয়, তবে ঐ ইঞ্জিন দ্বারা 70 একক শক্তির কাজ পাওয়া যাবে এবং 30 একক শক্তির অপচয় হবে।

03. স্প্রিং কর্তৃক কৃতকাজ $W = \vec{F} \cdot \vec{x}$ রাশির সাহায্যে প্রকাশ করা যায় না কেন?

উত্তর: কোনো স্প্রিংকে দৈর্ঘ্য বরাবর বিকৃত করলে স্থিতিস্থাপক ধর্মের জন্য প্রযুক্ত বলের বিপরীতে স্প্রিংটি একটি বলের সৃষ্টি করে। এই বল, $F = -kx$। স্প্রিং এর ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র সরণের জন্য, $dW = \vec{F} \cdot \vec{dx} = F\cos\theta dx$।

∴ মোট x সরণের জন্য কৃতকাজ, $W = \int dW = \int_0^x \vec{F} \cdot \vec{dx} = \int_0^x F\cos 180° dx = -\int_0^x kx\, dx = -\frac{1}{2}kx^2$। দেখা যাচ্ছে, স্প্রিং কর্তৃক কৃতকাজ ধ্রুব বল দ্বারা কৃতকাজ নয়। এই কারণে স্প্রিং কর্তৃক কৃতকাজ $W = \vec{F} \cdot \vec{x}$ সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা যায় না।

04. পৃথিবী সূর্যের চারদিকে ঘুরছে কিন্তু কোনো কাজ করছে না কেন?

উত্তর: পৃথিবী সূর্যের চারিদিকে বৃত্তাকার পথে ঘুরছে। এক্ষেত্রে কেন্দ্রমুখী বলের দিক বৃত্তাকার পথের কেন্দ্র অভিমুখী কিন্তু সরণ বৃত্তের স্পর্শক বরাবর। ফলে সরণ ও প্রযুক্ত বলের অন্তর্ভুক্ত কোণ = 90°। যেহেতু কাজ $W = Fs\cos\theta$, তাই কেন্দ্রমুখী বলের দ্বারা কৃতকাজ শূন্য। সুতরাং পৃথিবী সূর্যের চারিদিকে ঘুরছে কিন্তু কোনো কাজ করছে না।

05. কোনো বস্তুর বেগ বৃদ্ধি করলে এর গতিশক্তির কীরূপ পরিবর্তন হয়?

উত্তর: কোনো m ভরের বস্তু যদি v বেগে গতিশীল থাকে, তবে বস্তুর গতিশক্তি $E_k = \frac{1}{2}mv^2$. বস্তুর গতিশক্তি তার বেগের বর্গের সমানুপাতিক। তাই বেগ বৃদ্ধি করলে গতিশক্তি বৃদ্ধি পাবে।

06. স্রোতের প্রতিকূলে সাঁতার কাটলে কোন প্রকার কাজ সম্পন্ন হয় বুঝিয়ে লিখ।

উত্তর: স্রোতের প্রতিকূলে সাঁতার কাটলে স্রোতের দিক ও সাঁতারের দিক বিপরীত হয়। এক্ষেত্রে স্রোতের প্রতিকূলে সাঁতার কেটে সাঁতারু অগ্রসর হলে সাঁতারু কর্তৃক সম্পাদিত কাজ ধনাত্মক কিন্তু স্রোতের দ্বারা সম্পাদিত কাজ ঋণাত্মক।

07. **টেবিলের উপর রাখা একটি বইয়ের উপর কোন কোন বলগুলো কাজ করবে?**

উত্তর: টেবিলের উপর রাখা একটি বইয়ের উপর মোট দুটি বল কাজ করবে যদি বইটি স্থিরাবস্থায় থাকে। একটি বল হলো অভিকর্ষ বল, যা খাড়া নিচের দিকে কাজ করে এবং অপরটি টেবিলের প্রতিক্রিয়া বল। এই বলদ্বয়ের সাম্যাবস্থায় বইটি টেবিলের উপর স্থিরভাবে অবস্থান করে।

08. **একটি বস্তুর স্থিতিশক্তি কীভাবে শূন্য হয়?**

উত্তর: প্রমাণ অবস্থান বা আকৃতি থেকে বস্তুকে অন্য অবস্থান বা আকৃতিতে নিয়ে যেতে যে কাজ করতে হয়, ঐ কাজই বস্তুটিতে স্থিতিশক্তি রূপে সঞ্চিত থাকে। বস্তুটি তার আগের অবস্থায় ফিরে আসার সময় এই স্থিতিশক্তির দরুন নিজে কাজ করতে পারে। নিজে কাজ করায় স্থিতিশক্তি হ্রাস পেতে পেতে আগের অবস্থায় ফিরে এলে বস্তুটির স্থিতিশক্তি শূন্য হয়।

09. **সংরক্ষণশীল বলের বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ।**

উত্তর: সংরক্ষণশীল বলের বৈশিষ্ট্য: (i) এই বল শুধু অবস্থানের উপর নির্ভর করে। (ii) সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃত কাজ সম্পূর্ণভাবে পুনরুদ্ধার করা যায়। (iii) একটি বস্তুকে এক স্থান হতে অন্য স্থানে স্থানান্তরে কাজ পথের উপর নির্ভর করে না, কেবল বস্তুর আদি ও চূড়ান্ত অবস্থানের উপর নির্ভর করে। (iv) সংরক্ষণশীল বলের ক্রিয়ায় যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতার সূত্র পালিত হয়।

প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. **পানিপূর্ণ একটি কুয়ার গভীরতা 10 m, ব্যাস 2 m। কুয়াটিকে পানিশূন্য করার জন্য 2 HP ক্ষমতার একটি পাম্প চালু করা হলো। অর্ধেক পানি শূন্য হওয়ার পর পাম্পটি নষ্ট হলে 3 HP ক্ষমতার অপর একটি পাম্প চালু করে কুয়াটিকে পানিশূন্য করা হলো।** **[DB'22, JB'22]**

(গ) উদ্দীপকের ১ম পাম্পটি মিনিটে কী পরিমাণ পানি উত্তোলন করবে? বের কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের উভয় পাম্পের ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় সময় একই ছিলো কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. অর্ধেক পানি শূন্য করতে কার্যকর সরণ, $h' = \frac{h}{4} = \frac{10}{4} = 2.5$ m

এখন,

ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh'}{t}$

$\Rightarrow m = \frac{Pt}{gh'}$

$\therefore m = \frac{60 \times 2 \times 746}{9.8 \times 2.5} = 3653.88$ kg

ক্ষমতা P= 2 HP
$t = 60$ sec
(মিনিটে পানি তুলবে)
কুয়ার ব্যাসার্ধ, $r = \frac{2}{2}$ m $= 1$ m

অতএব, ১ম পাম্পটি মিনিটে 3653.88 kg পানি তুলবে।

ঘ. ১ম ক্ষেত্রে, $P_1 = 2$ HP; কার্যকর সরণ $= \frac{h}{4} = 2.5m = h'$

তাহলে, $P_1 = \frac{mgh'}{t_1} \Rightarrow t_1 = \frac{mgh'}{P_2}$

$= \frac{\rho_w \times \pi \times r^2 \times \frac{h}{2} \times g \times h'}{P_1}$

$t_1 = \frac{1000 \times \pi \times 1^2 \times 5 \times 9.8 \times 2.5}{2 \times 746}$

$\therefore t_1 = 257.939$ sec

$m = \rho_w \times V$
$= \rho_w \times \pi r^2 \left(\frac{h}{2}\right)$ (অর্ধেক কুয়ার জন্য $\frac{h}{2}$ হয়েছে)

২য় ক্ষেত্রে, কাযর্কর উচ্চতা, $h'' = \frac{h + \frac{h}{2}}{2} = \frac{3h}{4}$

এবং $P_2 = \frac{mgh''}{t_2} \Rightarrow t_2 = \frac{mgh''}{P_2} \therefore t_2 = \frac{\rho_w \times \pi \times 1^2 \times \left(\frac{h}{2}\right) \times g \times h''}{3 \times 746} = \frac{1000 \times \pi \times 1^2 \times 5 \times 9.8 \times \frac{3 \times 10}{4}}{3 \times 746} \therefore t_2 = 515.87$ sec

দেখা যাচ্ছে, $t_2 > t_1$ তাই উভয় পাম্পের ক্ষেত্রে সময় একই ছিল না।

02. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা **12 m** এবং ব্যাসার্ধ **1.2 m**। একটি পাম্প **20** মিনিটে কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে পারে। পাম্পটির ক্ষমতা **52%** নষ্ট হলেও পাম্পচালক কুয়াটির সম্পূর্ণ পানি একই পাম্প দ্বারা দ্বিগুণ সময়ে খালি করা সম্ভব বলে মন্তব্য করেন। **[RB'22]**

(গ) কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে পাম্প চালকের মন্তব্যের যথার্থতা বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. কুয়ার গভীরতা, $h = 12\text{m}$ ও ব্যাসার্ধ, $r = 1.2\text{m}$

কুয়াতে পানি আছে, $m = \rho_w \times V = \rho_w \times \pi r^2 h = 1000 \times \pi \times (1.2)^2 \times 12 = 17280\pi$ kg

কার্যকর পানির সরণ, $h' = \frac{h+0}{2} = \frac{h}{2} = \frac{12}{2} = 6\text{m}$

কুয়াটিকে পানি শূন্য করতে কৃতকাজ হবে, $W = mgh' = 17280\pi \times 9.8 \times 6 \text{ J} = 3192066.66\text{J}$

ঘ. পাম্পের আদি ক্ষমতা হলো P

52% নষ্ট হলে নতুন ক্ষমতা, $P_n = P - P$ এর $52\% = P - 0.52P = 0.48\text{ P}$

এখন, প্রথমে পাম্পের প্রয়োজনীয় সময় হবে, $t_1 = \frac{W}{P} = \frac{mgh'}{P} \ldots\ldots\ldots (i)$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় সময়, $t_2 = \frac{W}{P_n} \Rightarrow t_2 = \frac{mgh'}{0.48P} \ldots\ldots\ldots (ii)$

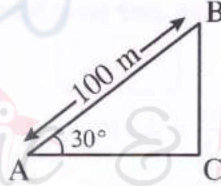
(ii) ÷ (i) করে $\frac{t_2}{t_1} = \frac{mgh'}{0.48P} \times \frac{P}{mgh'} \Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = 2.0833 \Rightarrow t_2 = 2.0833t_1$

প্রশ্নমতে, $t_1 = 20$ min

তাহলে, $t_2 = (2.0833 \times 20)\text{min} = 41.667$ min

অর্থাৎ, পাম্পচালকের মন্তব্য সঠিক নয়, দ্বিগুণের থেকে আরও বেশি সময় লাগবে।

03. **1800 kg** ভরের একটি গাড়ি **60 kg** ভরের একজন ড্রাইভারসহ পাশের চিত্রের আনত তল বরাবর ইঞ্জিনের সর্বোচ্চ ক্ষমতা ব্যবহার করে **A** বিন্দু হতে **B** বিন্দুতে পৌঁছাতে গাড়িটি **30 sec** সময় নেয়। $[g = 9.8 \text{ ms}^{-2}]$ **[Ctg.B'22]**



(গ) গাড়িটির ইঞ্জিনের অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের গাড়িটি অনুভূমিক রাস্তায় **10 s**-এর মধ্যে স্থিরাবস্থা থেকে 60 kmh^{-1} বেগ অর্জন করতে পারবে কিনা তার গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

উত্তর

গ. মোট ভর, $m = (1800 + 60) = 1860$ kg

সময়, $t = 30\text{s}$

চিত্র হতে, $AB = 100$ m ও $\angle A = 30° \therefore h = BC = AB \sin 30° = 100 \times \frac{1}{2} = 50$ m

আমরা জানি, ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} = \frac{1860 \times 9.8 \times 50}{30} = 30380 \text{ W} = \frac{30380}{746} \text{HP} = 40.72 \text{ HP}$

সুতরাং, গাড়ির ইঞ্জিনের ক্ষমতা 40.72 HP.

ঘ. 'গ' হতে পাই, ইঞ্জিনের ক্ষমতা $P = 30380$ W

এখানে, সময় $t = 10 \text{ s} \therefore 10$ s এ কৃতকাজ $W = Pt = 30380 \times 10 = 303800$ J

কাজ শক্তি উপপাদ্য হতে আমরা জানি, কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন

$\Rightarrow 303800 = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 \Rightarrow 303800 = \frac{1}{2}mv^2 - 0 \Rightarrow v^2 = \frac{303800 \times 2}{m}$

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{303800 \times 2}{1860}} = 18.07 \text{ ms}^{-1} \therefore v = \frac{18.07 \times 3600}{1000} = 65.05 \text{ kmh}^{-1}$

$m = 1860$ kg

দেখা যাচ্ছে, $65.05 > 60 \text{ kmh}^{-1}$

অর্থাৎ, 10s এর মধ্যে স্থিরাবস্থা থেকে 60kmh^{-1} বেগ অর্জন করতে পারবে।

04. প্রতিটি $0.125\ m^3$ আয়তনের এবং 250 kg ভরের 4 টি ব্লককে পরপর সাজিয়ে স্তম্ভ তৈরি করা হল। **[SB'22]**

(গ) উদ্দীপকে বর্ণিত স্তম্ভের উপর হতে কোনো একটি বস্তুকে ফেলে দিলে ভূমি হতে কত উচ্চতায় এর গতিশক্তি বিভব শক্তির দ্বিগুণ হবে? ৩

(ঘ) স্তম্ভটিকে অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে আনত রাখতে কাজ ও উদ্দীপকে বর্ণিত স্তম্ভ তৈরিতে কাজের তুলনামূলক গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

উত্তর

গ. 1 টি ব্লকের উচ্চতা $h = \sqrt[3]{0.125} = 0.5m$

4 টি ব্লকের উচ্চতা $H = 4h = 0.5 \times 4 = 2m$

ধরি, ভূমি হতে x উচ্চতায় গতিশক্তি বিভব শক্তির দ্বিগুণ হবে।

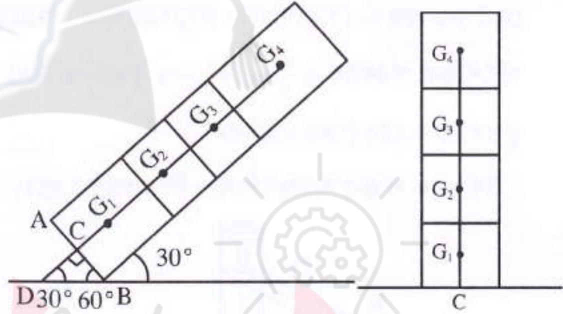
তাহলে, $2E_p = E_k \Rightarrow 2mgx = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 2\ mgx = \frac{1}{2} \times m \times \{u^2 + 2g(h - x)\}$

$\Rightarrow 2\ mgx = mg(h - x)\ [u = 0\ ms^{-1}]$

$\Rightarrow 2x = h - x \Rightarrow x = \frac{h}{3} \Rightarrow x = \frac{2}{3} = 0.667\ m$

0.667 m উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির দ্বিগুণ হবে।

ঘ.



চিত্র হতে,

ΔBCD এর ক্ষেত্রে, $\tan 60° = \frac{CD}{BC}$

$\Rightarrow CD = BC \tan 60° = \frac{h}{2} \times \sqrt{3} = \frac{0.5}{2} \times \sqrt{3} = 0.433\ m$

ব্লকের ভরকেন্দ্রের সরণ, $h_1 = \left(0.433 + \frac{0.5}{2}\right) \sin 30°$
$= 0.3415\ m$

২য় ব্লকের ভরকেন্দ্রের সরণ, $h_2 = \left(0.433 + \frac{3}{2} \times 0.5\right) \sin 30° = 0.5915\ m$

৩য় ব্লকের ভরকেন্দ্রের সরণ, $h_3 = \left(0.433 + \frac{5}{2} \times 0.5\right) \sin 30° = 0.8415\ m$

৪র্থ ব্লকের ভরকেন্দ্রের সরণ, $h_4 = \left(0.433 + \frac{7}{2} \times 0.5\right) \sin 30° = 1.0915\ m$

∴ স্তম্ভটিকে 30° কোণে আনত রাখতে কৃতকাজ = (ওজন × ভরকেন্দ্রের সরণ)

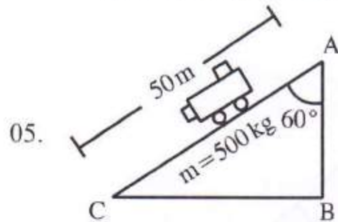
$\therefore W_1 = mg\{(h_1 - 0.25) + (h_2 - 0.25) + (h_3 - 0.25) + (h_4 - 0.25)\}$

$= 250 \times 9.8 \times \{(0.3415 - 0.25) + (0.5915 - 0.25) + (0.8415 - 0.25) + (1.0915 - 0.25)\} = 4571.7\ J$

স্তম্ভ তৈরিতে কৃতকাজ, $W_2 = mg\left\{\left(\frac{1}{2} \times h - \frac{h}{2}\right) + \left(\frac{3}{2} \times h - \frac{h}{2}\right) + \left(\frac{5}{2} \times h - \frac{h}{2}\right) + \left(\frac{7}{2} \times h - \frac{h}{2}\right)\right\}$

$= 250 \times 9.8 \times (0 + 0.5 + 1 + 1.5) = 7350\ J$

∴ আনত স্তম্ভের তুলনায় উল্লম্ব স্তম্ভ তৈরিতে বেশি কাজ করতে হয়।

05. 

[BB'22]

চিত্রে প্রদর্শিত গাড়িটি A বিন্দু হতে $20\ ms^{-1}$ বেগে AC তলে নামছে। গাড়ির চালক ব্রেক করায় গাড়িটি 50 m দূরত্ব অতিক্রম করে থেমে যায়।

(গ) কী পরিমাণ গতি প্রতিরোধকারী বল গাড়িটির উপর ক্রিয়া করে নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি পালিত হবে কি? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

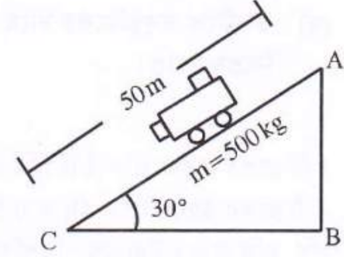
গ. AC পথে ক্রিয়ারত অভিকর্ষজ ত্বরণের উপাংশ $= g\sin 30° = 4.9\ ms^{-2}$

এখন Net ত্বরণ a হলে,

$a = \frac{u^2}{2s}$ [u গাড়ির আদিবেগ $= 20ms^{-1}$, $s = 50m$]

$= \frac{20^2}{2\times 50} ms^{-2}$

$= 4ms^{-2}$



গতি প্রতিরোধকারী বলের জন্য কার্যকর ত্বরণ $= (4.9 + 4)ms^{-2} = 8.9\ ms^{-2}$

$\therefore$ গতি প্রতিরোধকারী বল $= (500 \times 8.9)\ N = 4450\ N$ (Ans)

ঘ. অভিকর্ষজ বল দ্বারা কৃতকাজ $= mgs\cos 60° = 500 \times 9.8 \times 50 \times \cos 60° = 122500\ J$

বল প্রতিরোধকারী বল দ্বারা কৃতকাজ $= Fs = 4450 \times (-50)$ [সরণ বলের বিপরীত দিকে]

$= -222500\ J$

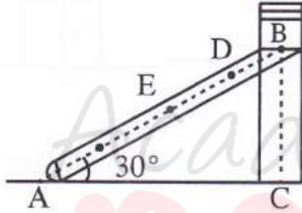
মোট কৃতকাজ $= (122500 - 222500)J = -100000\ J$

গতিশক্তির পরিবর্তন $= \frac{1}{2}\ m\ (v^2 - u^2) = \frac{1}{2} \times 500 \times (0^2 - 20^2) = -100000\ J$

কৃতকাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন

$\therefore$ উদ্দীপকে শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি পালিত হবে।

06.



শিশুপার্কে স্থাপিত একটি স্লিপারের উচ্চতা BC = 2 m এবং হেলানো তলটি 30° কোণে ঢালু। 25 kg ভরের একজন শিশু স্লিপারের শীর্ষ বিন্দু (B) থেকে ঘর্ষণহীনভাবে স্লিপিং করে ভূমিতে A বিন্দুতে পৌঁছে। **[CB'22]**

(গ) আনত স্লিপারের দৈর্ঘ্য হিসাব কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে স্লিপারের দৈর্ঘ্যের এক-চতুর্থাংশ দূরত্ব (D) ও অর্ধেক দূরত্ব (E) অতিক্রমকালে যান্ত্রিক শক্তির পরিমাণ সমান হবে কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

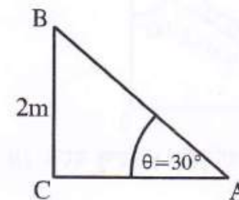
গ.

চিত্র হতে, $\sin\theta = \frac{BC}{AB}$

$AB = \frac{BC}{\sin\theta}$

$AB = \frac{2}{\sin 30°}$

$\therefore AB = 4m$



আনত স্লিপারের দৈর্ঘ্য 4m

ঘ. শিশুর ভর, $m = 25kg$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

আনত বল বরাবর ত্বরণ,

$a = g\sin 30° = 9.8 \times \frac{1}{2} = 4.9\ ms^{-2}$

D, AB স্লিপারের এক-চতুর্থাংশ বিন্দু হওয়ায়, $BD = 1\ m$ এবং $AD = 3\ m$

E, AB স্লিপারের মধ্যবিন্দু হওয়ায়, $AE = BE = 2m$

D বিন্দুতে বস্তুটির বেগ, $v_D = \sqrt{2a \times BD} = 3.13\ ms^{-1}$

E বিন্দুতে বস্তুটির বেগ, $v_E = \sqrt{2a \times BE} = 4.43\ ms^{-1}$

চিত্রে, $CG = AD\sin 30° = 3 \times \frac{1}{2} = 1.5\ m$

$CF = AE\sin 30° = 2 \times \frac{1}{2} = 1\ m$

$\therefore$ D বিন্দুতে মোট যান্ত্রিক শক্তি, $E_D = E_{k_D} + E_{p_D} = \frac{1}{2}mv_D^2 + mg \times CG$

$= \frac{1}{2} \times 25 \times (3.13)^2 + 25 \times 9.8 \times 1.5 = 490\ J$

$\therefore$ E বিন্দুতে মোট যান্ত্রিক শক্তি, $E_E = E_{k_E} + E_{p_E} = \frac{1}{2}mv_E^2 + mg \times CF = \frac{1}{2} \times 25 \times (4.43)^2 + 25 \times 9.8 \times 1 = 490\ J$

অর্থাৎ, D ও E অতিক্রমকালে যান্ত্রিক শক্তি সমান হবে।

07. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা **14 m** এবং ব্যাস **2.4 m**। একটি পাম্প **22** মিনিটে কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে পারে। কিন্তু এক-তৃতীয়াংশ পানি উত্তোলন করার পর পাম্পটি নষ্ট হয়ে যায়। পরে **70%** দক্ষতার আর একটি পাম্প যুক্ত করে **30** মিনিটে বাকি পানি উত্তোলন করা হয়। **[Din.B'22]**

(গ) ১ম পাম্পটি কত সময়ব্যাপী কাজ করে তা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কোন পাম্পটির ক্ষমতা বেশি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, গভীরতা, $h = 14\ m$

ব্যাস, $d = 2.4\ m$

$\therefore r = 1.2\ m$

$t = 22 \times 60 = 1320s$

গড় সরণ, $h' = \frac{0+14}{2} = 7m$

কুয়াতে মোট পানির ভর, $m = V\rho = \pi r^2 h\rho = \pi \times (1.2)^2 \times 14 \times 10^3 = 20160\pi\ kg$

লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, $P = \frac{mgh'}{t} = \frac{20160\pi \times 9.8 \times 7}{22 \times 60} = 3291.48\ W$

২য় ক্ষেত্রে, গড় সরণ, $h'' = \frac{0+\frac{h}{3}}{2} = \frac{h}{6} = \frac{14}{6} = \frac{7}{3}\ m$

$m' = \frac{1}{3}m = \frac{1}{3} \times 20160\ \pi = 6720\pi\ kg$

$P = \frac{m'gh''}{t} \Rightarrow 3291.48 = \frac{6720\pi \times 9.8 \times \frac{7}{3}}{t} \Rightarrow t = 146.67\ s$ **(Ans.)**

ঘ. ২য় পাম্পটির জন্য, গড় সরণ, $h' = \frac{\frac{h}{3}+h}{2} = \frac{4}{6}h = \frac{2}{3} \times 14 = \frac{28}{3}\ m$

পানির ভর, $m' = \frac{2}{3}m = \frac{2}{3} \times 20160\ \pi = 13440\pi\ kg.$

$t = 30 \times 60 = 1800\ s$

২য় পাম্পটির ক্ষমতা, $P_2 = \frac{m'gh'}{t} = \frac{13440\pi \times 9.8 \times \frac{28}{3}}{1800} = 2145.56\ Watt$

'গ' হতে প্রাপ্ত, ১ম পাম্পটির ক্ষমতা, $P_1 = 3291.48\ Watt$

সুতরাং, $P_1 > P_2$। তাই ১ম পাম্পটির ক্ষমতা বেশি ২য় পাম্পটির চেয়ে।

08. **4m ব্যাসবিশিষ্ট একটি পানিপূর্ণ কুয়ায় একটি পাম্প 5kg পানিকে 20m উচ্চতায় তুলে $10\ ms^{-1}$ বেগে নিক্ষেপ করে। 5HP ক্ষমতার অন্য একটি পাম্প পানিপূর্ণ কুয়াকে পানিশূন্য করে।** [DB'21]

(গ) ১ম পাম্পের শক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কুয়াটি পানিশূন্য করতে কোন পাম্পটির কম সময় লাগবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $W = mgh + \frac{1}{2}mv^2 = 5kg \times 9.8ms^{-2} \times 20m + \frac{1}{2} \times 5kg \times (10ms^{-1})^2 = 1230\ J$

ঘ. [প্রশ্নে পর্যাপ্ত তথ্য নেই, প্রথম পাম্প কত সময়ে 5 kg পানিকে তুলে তা উল্লেখ করা নেই। ধরি, এক্ষেত্রে $t_1 s$ সময় লেগেছিল এবং কুয়ার গভীরতা $h = 20\ m$]

প্রথম পাম্পের ক্ষমতা, $P_1 = \frac{1230J}{t_1 s} = \frac{1230}{t_1}W$ এবং ২য় পাম্পের ক্ষমতা, $P_2 = 5HP = 3730W$

কুয়াটি পানিশূন্য করতে কাজ $= mg\frac{h}{2} = \{\pi \times (2m)^2 \times h \times 1000\ kgm^{-3}\} \times 9.8\ ms^{-2} \times \frac{h}{2} = 61.57536 \times 10^3\ h^2J$

[এখন কুয়ার গভীরতা 20m ধরে নিলে, $W = 24630.144 \times 10^3 J$]

$\therefore$ ২য় পাম্পের সময় লাগবে, $t_2 = \frac{61.57536 \times 10^3 h^2\ J}{3730\ Js^{-1}} = 16.50814\ h^2 s$ [$h = 20$ ধরে নিলে $= 6603.256s$]

১ম পাম্পের সময় লাগবে, $t_1' = \frac{61.57536 \times 10^3 h^2}{\frac{1230}{t_1}} s = 50.06127h^2 t_1 s = 20024.5\ t_1 s$

t_1' ও t_2 তুলনা করে কোন পাম্পের কম সময় লাগবে, তা বের করা যাবে।

09. **একটি দালানের ছাদের সাথে দুটি মই লাগানো আছে। একটি মই এর দৈর্ঘ্য 5m এবং এটি অনুভূমিকের সাথে 60° কোণ করে রয়েছে। দ্বিতীয় মইটির দৈর্ঘ্য 6m এবং এটি অনুভূমিকের সাথে 46.2° কোণ করে রয়েছে। দুইজন নির্মাণ শ্রমিক উভয়ে 20 kg বোঝা নিয়ে 1 মিনিটে ভিন্ন ভিন্ন মই ব্যবহার করে ছাদে উঠতে পারেন। প্রথম মই বেয়ে যিনি উঠেন তার ভর 60kg এবং দ্বিতীয় মই বেয়ে যিনি উঠেন তার ভর 70kg।** [RB'21]

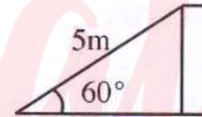
(গ) প্রথম শ্রমিকের ক্ষেত্রে ছাদে উঠার জন্য সম্পাদিত কাজ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উভয় শ্রমিকের ক্ষমতা অভিন্ন হবে কী? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ.

$W = mgh$
$= (60kg + 20kg) \times 9.8\ ms^{-2} \times \{5m \times \sin(60°)\}$
$= 3394.82J$

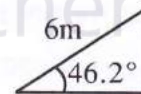


ঘ. প্রথম শ্রমিকের ক্ষমতা, $P_1 = \frac{W_1}{t} = \frac{3394.82J}{60s} = 56.58W$

আবার,

২য় শ্রমিকের কাজ,

$W_2 = (70\ kg + 20kg) \times 9.8\ ms^{-2} \times \{6m \times \sin(46.2°)\}$
$= 3819.555J$



$\therefore$ ২য় শ্রমিকের ক্ষমতা, $P_2 = \frac{3819.555J}{60s} = 63.66W$

দেখা যায়, $P_2 > P_1$

$\therefore$ উভয় শ্রমিকের ক্ষমতা ভিন্ন হবে, অভিন্ন হবে না।

10. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা **12m** এবং ব্যাস **3m**। কুয়াটিকে **22** মিনিটে পানিশূন্য করতে **6H.P** এর একটি পাম্প লাগানো হলো। অর্ধেক পানি শূন্য করার পর পাম্পটি নষ্ট হওয়ায় অন্য একটি পাম্পের সাহায্যে পূর্ব নির্ধারিত সময়ে কুয়াটিকে পানিশূন্য করা হলো। [RB'21]

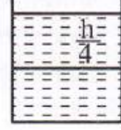
(গ) প্রথম পাম্পটি কত সময় পর নষ্ট হয়েছিল? ৩

(ঘ) পাম্প দুটির ক্ষমতার তারতম্য গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. কুয়াতে পানির পরিমাণ $= \rho V = 1000\ kgm^{-3} \times \{\pi \times (1.5m)^2 \times 12m\} = 84823.2\ kg$

অর্ধেক খালি করতে কাজ, $W = \left(\frac{84823.2\ kg}{2}\right) \times 9.8\ ms^{-2} \times \left(\frac{12m}{4}\right) = 1246901.04\ J$



$\therefore$ অর্ধেক খালি করতে প্রয়োজনীয় সময় $= \frac{W}{P} = \frac{1246901.04\ J}{6 \times 746\ W} = 278.575\ s = 4.643$ minute

$\therefore$ 4.643 min পরে প্রথম পাম্পটি নষ্ট হয়।

ঘ. কাজ, $W_2 = \left(\frac{m}{2}\right) g \left(\frac{h}{2} + \frac{h}{4}\right) = \frac{84823.2}{2} kg \times 9.8\ ms^{-2} \times (6m + 3m) = 3740703.12\ J$

প্রয়োজনীয় সময়, $t_2 = (22 \times 60s - 278.575s) = 1041.425s$



$\therefore P_2 = \frac{W_2}{t_2} = 3591.9W = 4.815$ HP

$\therefore P_1 > P_2$

$\therefore$ প্রথম পাম্প অধিকতর শক্তিশালী।

11. **16 m গভীর ও 6m ব্যাসের একটি কুয়ার অর্ধেক পানিপূর্ণ ছিল। কুয়াটিকে পানিশূন্য করার জন্য 2 kW ক্ষমতা ও 80% দক্ষতা সম্পন্ন একটি পাম্প চালু করা হলো। কিন্তু অর্ধেক পানি উত্তোলনের পর পাম্পটি বিকল হয়ে যায়। 3HP ক্ষমতার অপর একটি পাম্প 2 ঘণ্টায় কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে সক্ষম হয়।** **[Ctg.B'21]**

(গ) চালু করার কত সময় পর প্রথম পাম্প বিকল হয়ে যায়? নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের দ্বিতীয় পাম্পটির দক্ষতা কম ছিল কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

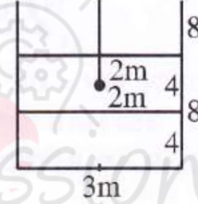
উত্তর

গ. অর্ধেক পানির ভর, $m = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{2} \times \rho V\right) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 1000\ kgm^{-3} \times \{\pi \times (3m)^2 \times 16m\} = 113097.6\ kg$

$\therefore W = m'gx = 113097.6\ kg \times 9.8\ ms^{-2} \times \left(8 + \frac{8}{4}\right) m = 11083564.8\ J$

$\therefore t = \frac{W}{P_{output}} = \frac{11083564.8J}{2000W \times \frac{80}{100}}$

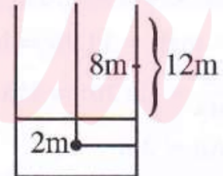
$= 6927.228s = 1\ h\ 55\ min\ 27.23s$



ঘ. $W = m'gx' = 113097.6kg \times 9.8\ ms^{-2} \times \left(12m + \frac{4}{2}\ m\right) = 15516990.72\ J$

$\therefore P_{output} = \frac{W}{t} = 2155.1376W$

$\therefore \eta_2 = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% = \frac{2155.1376W}{3 \times 746W} \times 100\% = 96.297\%$



$\therefore$ দেখা যায়, $\eta_2 > \eta_1$

$\therefore$ ২য় পাম্পটির দক্ষতা বেশি ছিল।

12. **নতুন ভবন নির্মাণের সময় 60 kg ভরের একজন শ্রমিক 40 kg ভরের সিমেন্টের বস্তা মাথায় নিয়ে 2 min. সময়ে মই বেয়ে ভবনের ছাদে উঠল। মইটির দৈর্ঘ্য 40 m। এর পর সে আনত মসৃণ তল বেয়ে পিছলিয়ে নিচে নামল। মই ও মসৃণ তল উভয়ই ভূমির সাথে 30° কোণে আনত।** **[SB'21]**

(গ) ছাদে উঠতে শ্রমিক কত ক্ষমতা প্রয়োগ করেছিল? ৩

উত্তর

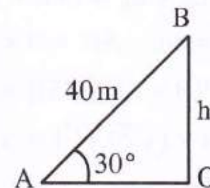
গ.

$m = (60 + 40)kg = 100\ kg$

$P = \frac{mgh}{t}$

$= \frac{100 \times 9.8 \times 40 \sin 30^\circ}{2 \times 60}\ W$

$= 163.33\ W$



13. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা **20 m** এবং ব্যাস **2 m**। কুয়াটিকে পানি শূন্য করার জন্য **5 HP** ক্ষমতার একটি পাম্প লাগানো হল। কুয়ার উপরের $\frac{1}{4}$ অংশ পানি তোলার পর পাম্পটি বন্ধ হয়ে গেল। বাকি পানি তোলার জন্য একই ক্ষমতাসম্পন্ন আর একটি পাম্প লাগানো হল। **[SB'21]**

(গ) প্রথম পাম্প দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) প্রথম ও দ্বিতীয় ক্ষেত্রে পানি তুলতে একই সময় লাগবে কিনা - গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ.

$W = mgh$
$\Rightarrow W = \rho V g h$
$\Rightarrow W = 1000 \times \pi r^2 \times \frac{20}{4} \times 9.8 \times \frac{5}{2}$ J

$r = 1$ m
গভীরতা $= 20$ m
সরণ, $h = \frac{20}{4\times2}$ m $= \frac{5}{2}$ m

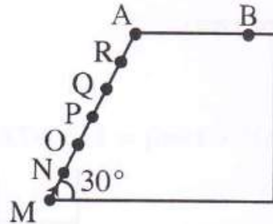
$\Rightarrow W = 1000 \times \pi \times 1^2 \times 5 \times 9.8 \times \frac{5}{2}$ J $\Rightarrow W = 384846$ J **(Ans.)**

ঘ. ১ম ক্ষেত্রে, সময় t_1 হলে, $5 \times 746 \times t_1 = 384846 \Rightarrow t_1 = 103.1759$ s

২য় ক্ষেত্রে, সরণ $L = \left(5 + \frac{15}{2}\right)$ m $= 12.5$ m

$5 \times 746 \times t_2 = 1000 \times \pi \times 1^2 \times 15 \times 9.8 \times 12.5 \Rightarrow t_2 = 1547.64$ s

∴ প্রথম ও দ্বিতীয় ক্ষেত্রে পানি তোলার সময় ভিন্ন।

14. 

করিম **400 gm** ভরের বস্তু অনুভূমিকের সাথে **30°** কোণে **11.76J** গতিশক্তি প্রয়োগে **M** থেকে **A** বিন্দুতে তুলে নিল। পরবর্তীতে সে বস্তুটিকে আরো বল প্রয়োগে **2m** দূরত্বে **B** বিন্দুতে নিয়ে গেল। পুনরায় বস্তুটিকে **A** বিন্দুতে এনে আনত তল **AM** বরাবর ছেড়ে দিল। এখানে ঘর্ষণবল উপেক্ষণীয়। $g = 9.8\ ms^{-2}$। **[BB'21]**

এখানে, **MN = ON = OP = PQ = QR = AR**

(গ) চিত্রে **MAB** পথের মোট দূরত্ব কত? ৩

(ঘ) **R** এবং **P** বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তি সমান কিনা–গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

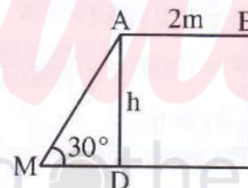
গ. M থেকে A বিন্দুতে নিতে প্রয়োজনীয় শক্তি $= 11.76$J

∴ $mgh = 11.76 \Rightarrow h = \frac{11.76}{9.8\times0.4} \Rightarrow h = 3$m

$\frac{h}{MA} = \sin 30° \Rightarrow MA = \frac{h}{\sin 30°} = \frac{3}{\frac{1}{2}}$ m $= 6$m

$AB = 2$m

∴ মোট দূরত্ব $= (6+2)$ m $= 8$m



ঘ. $MN = NO = OP = PQ = QR = RA = \frac{6}{6}$ m $= 1$m

R বিন্দুতে, $AR = 1$m ∴ $AR' = AR \sin 30° = 0.5$m; $DR' = AD - AR'$

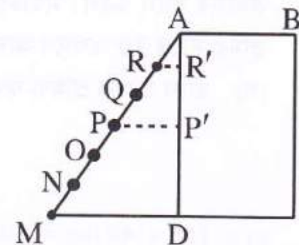
∴ স্থিতিশক্তি, $E_p = mg\,DR' = 0.4 \times 9.8 \times (3 - 0.5) = 0.4 \times 9.8 \times 2.5$J $= 9.8$J

বেগ $v = \sqrt{2gAR'} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.5} = \sqrt{9.8}$

∴ $E_k = \frac{1}{2} \times 0.4 \times \left(\sqrt{9.8}\right)^2 = 1.96$J

∴ মোট শক্তি $= E_p + E_k = (9.8 + 1.96)$ J $= 11.76$ J

P বিন্দুতে, $AP = 3$m ∴ $AP' = 3 \times \frac{1}{2}$m $= 1.5$m



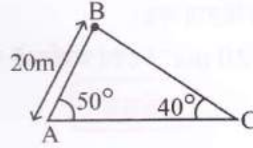
∴ $E_p = 0.4 \times 9.8 \times (3 - 1.5)$J $= 5.88$J

$v = \sqrt{2g \times AP'} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 1.5} = \sqrt{29.4}$

∴ $E_k = \frac{1}{2} \times 0.4 \times \left(\sqrt{29.4}\right)^2$J $= 5.88$J ∴ $E_T = E_p + E_k = (5.88 + 5.88)$J $= 11.76$J

∴ মোট শক্তি সমান।

15. নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর যেখানে **BA** এবং **BC** দুটি আনত তল। **BA** তলের ঘর্ষণ বল **$1.5\ Nkg^{-1}$** এবং **BC** তলে ঘর্ষণ বল **$1Nkg^{-1}$**। **3kg** ভরের একটি ধাতব গোলক **B** বিন্দুতে রাখা আছে। **[BB'21]**



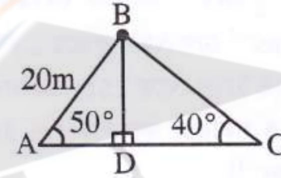
(গ) **B** বিন্দুতে থাকা গোলকটির বিভবশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) গোলকটিকে একবার **BA** পথে এবং আর একবার **BC** পথে পড়তে দেয়া হল। **A** বিন্দু ও **C** বিন্দুতে গোলকটির গতিশক্তি সমান হবে কিনা–গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. $E_p = mg \times BD = 3 \times 9.8 \times 20 \sin 50° \, J = 450.434J$

$\therefore$ বিভবশক্তি $= 450.434J$ (Ans)



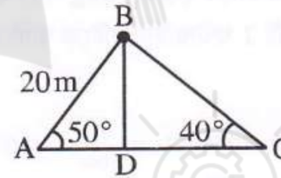
ঘ. BA বরাবর, ঘর্ষণ বল $f = 1.5 \times 3N = 4.5N$

$\therefore$ ক্রিয়াশীল লব্ধি বল $= (3 \times 9.8 \sin 50° - 4.5)N$

$ma = 18.022$

$a = 6.007$

$\therefore v = \sqrt{2 \times 6.007 \times 20}\ ms^{-1} = 15.5\ ms^{-1}$



$\therefore$ A বিন্দুতে গতিশক্তি $= \left(\frac{1}{2} \times 3 \times 15.5^2\right) J = 360.434J$

BC বরাবর $\frac{AB}{\sin 40°} = \frac{BC}{\sin 50°} \Rightarrow BC = \frac{\sin 50°}{\sin 40°} \times 20m = 23.835m$

$\therefore$ লব্ধি বল $= (3 \times 9.8 \sin 40° - 3 \times 1)N = 15.9N$

$\therefore$ গতিশক্তি $= Fs = 15.9 \times 23.835$ J

C বিন্দুতে গতিশক্তি $= 378.93$ J

$\therefore$ A বিন্দুতে এবং C বিন্দুতে গতিশক্তি ভিন্ন।

16. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা **20m** ও ব্যাস **4m**। একটি পাম্প **10** মিনিটে কুয়াটির অর্ধেক খালি করতে পারে। **[JB'21]**

(গ) উদ্দীপকের পাম্পটির অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কুয়ার বাকি অর্ধেক খালি করতে পাম্পটির কি একই সময় লাগবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ.

$P = \frac{mgl}{t} = \frac{\rho Vgl}{t}$; $P = \frac{1000 \times \pi \times 2^2 \times 10 \times 9.8 \times 5}{600} W$

$\Rightarrow P = 10262.56$ Watt

$\therefore P = 13.757$ HP

$r = 2m$; $h = 20$ m ; $t = 10 \times 60s = 600s$

ভরকেন্দ্রের সরণ, $l = \frac{10}{2} = 5m$

ঘ. বাকি অর্ধেকের ক্ষেত্রে, ভরকেন্দ্রের সরণ, $l = 10 + \frac{10}{2} = 15$ m $\therefore Pt = mgl$

$\Rightarrow 10262.56t = \pi \times 2^2 \times 10 \times 1000 \times 9.8 \times 15 \Rightarrow t = 1800s$

$\therefore t = 30$ minutes

$\therefore$ কুয়ার বাকি অর্ধেক খালি করতে 30 minutes লাগবে অর্থাৎ, সমান সময় লাগবে না, বেশি লাগবে।



17. একটি কূপের গভীরতা এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে **10m** এবং **3.44m**। একটি ইঞ্জিন 3 মিনিটে কূপটি পানিশূন্য করতে পারে। পরে ইঞ্জিনটিকে **1200kg** ভরের একটি গাড়ির ইঞ্জিন হিসেবে ব্যবহার করা হলো। **[CB'21]**

(গ) কূপের ক্ষেত্রে ইঞ্জিন দ্বারা সম্পাদিত কাজের হিসাব কর। ৩

(ঘ) **2.4** সেকেন্ড সময়ের মধ্যে স্থিরাবস্থা থেকে $20\ ms^{-1}$ বেগ অর্জন ঐ গাড়িটির পক্ষে সম্ভব কি-না? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

উত্তর

গ.

$W = mgl = \rho \times \pi r^2 hgl$
$= (1000 \times \pi \times 3.44^2 \times 10 \times 9.8 \times 5)\ J$
$= 18216454.5\ J$

$r = 3.44\ m$
$h = 10\ m$
$l = \frac{10}{2}\ m = 5m$

ঘ. ইঞ্জিনটির ক্ষমতা $= \frac{18216454.5\ J}{3 \times 60} W = 101202.525W$

এখন, $Pt = \frac{1}{2}m(v^2 - u^2) \Rightarrow 101202.525 \times t = \frac{1}{2} \times 1200 \times (20^2 - 0^2) \Rightarrow t = 2.37s$

অর্থাৎ, $20ms^{-1}$ বেগ অর্জন করতে 2.37s সময় প্রয়োজন। তাহলে, 2.4s সময়ের ভেতরে $20ms^{-1}$ বেগ অর্জন সম্ভব।

18. জামাল রিজার্ভ ট্যাংক থেকে **25m** উচ্চতার ছাদে পানি তোলার জন্য **10kW** ক্ষমতা ও **60%** দক্ষতার পাম্প ব্যবহার করছে। ট্যাংকের দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও গভীরতা যথাক্রমে **4m, 3m** ও **2m** এবং ট্যাংকটির অর্ধেক পানিপূর্ণ ছিল। $[g = 9.8\ ms^{-2}$ এবং পানির ঘনত্ব $1000\ kgm^{-3}]$ **[Din.B'21]**

(গ) রিজার্ভ ট্যাংক থেকে **10kg** পানি ছাদে তোলার জন্য কত শক্তি খরচ হবে? ৩

(ঘ) পাম্পটি **1** ঘণ্টায় ট্যাংকটিকে খালি করতে পারবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে তোমার মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. 10kg পানির আয়তন, $V = \frac{10}{1000} = 0.01m^3$

$\therefore$ উচ্চতা, $h = \frac{0.01}{4 \times 3} m = \frac{1}{1200} m$

$W = mgl$
$= 10 \times 9.8 \times \left(25 + 1 + \frac{1}{1200 \times 2}\right) = 2548.041J$

ভরকেন্দ্রের সরণ $= 1 + \frac{1}{1200 \times 2}$
$\therefore l = \left(25 + 1 + \frac{1}{2400}\right) m$

ঘ.

পানির সরণ, $l = 25 + 1 + 0.5 = 26.5\ m$
$0.6\ Pt = mgl$
$\Rightarrow 0.6 \times 10 \times 1000t = 1000 \times 4 \times 3 \times \frac{2}{2} \times 9.8 \times 26.5$
$\Rightarrow t = 519.4s = 0.1443\ hour = 8.66\ minutes$
$\therefore$ 1 ঘণ্টার অনেক কম সময়েই ট্যাংকটি খালি করতে পারবে।

$\eta = 0.6$
$P = 10 \times 1000W$
$M = \rho V = 1000 \times 4 \times 3 \times \frac{2}{2}$

19. একটি ইঞ্জিন **200kg** ভরের একটি বস্তুকে এক মিনিটে **30m** উঁচু দালানের ছাদে তুলতে পারে। ইঞ্জিনটি ক্রয়ের এক বৎসর পর এর ক্ষমতার **40%** নষ্ট হয়ে যায়। $[g = 9.8\ ms^{-2}]$ **[MB'21]**

(গ) দালানের ছাদে বস্তুটির বিভবশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) এক বৎসর পরে একই ছাদে বস্তুটিকে তুলতে সময়ের পরিবর্তন কেমন হবে- গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. বিভবশক্তি $= mgh = 200 \times 9.8 \times 30\ J = 58800\ J$

ঘ. এক বৎসর পরে, $\eta = 60\%$

$\eta = \frac{P'}{P} \Rightarrow 0.6 = \frac{\frac{mgh}{t'}}{\frac{mgh}{t}} \Rightarrow 0.6 = \frac{t}{t'} \Rightarrow t' = \frac{1}{0.6} min = 1.667\ min = 1\ min\ 40\ sec$

এক বৎসর পরে বস্তুটিকে একই ছাদে তুলতে 40 sec সময় বেশি লাগবে।

20. **10kg ভরের একটি বস্তু নিয়ে 70 kg ভরের একজন ব্যক্তি একটি দালানের ছাদে ওঠার জন্য অনুভূমিকের সাথে 45° কোণে 30m দৈর্ঘ্যের একটি মই ব্যবহার করলেন।** [$g = 9.8\ ms^{-2}$] **[MB'21]**

(গ) ব্যক্তিটির কৃতকাজ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের মইটিকে অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে স্থাপন করলে ব্যক্তিটি কী ধরনের সুবিধা পাবেন তা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

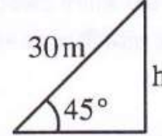
উত্তর

গ. $m = 70 + 10 = 80\ kg$

$\therefore W = mgh$

$= 80 \times 9.8 \times 30 \sin 45°$

$= 16631.15\ J$

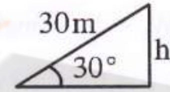


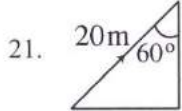
ঘ. অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে স্থাপন করলে,

$W = mgh' = 80 \times 9.8 \times 30 \sin 30° = 11760\ J$

$\therefore$ কাজ কম করতে হবে $= (16631.15 - 11760) J = 4871.15\ J$

$\therefore$ লোকটির সুবিধা হচ্ছে 4871.15 J কাজ কম করতে হবে।



21. 

[DB'19]

উদ্দীপকে 25 kg ভরের একজন বালক 3 kg ভরের একটি গোলক হাতে নিয়ে সিঁড়ি বেয়ে ছাদে উঠতে 2 min সময় নিল। ছাদ হতে গোলকটি ছেড়ে দেয়ায় তা সিঁড়ি বেয়ে গড়িয়ে মাটিতে পড়ল।

(গ) বালকটি ছাদে উঠতে অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কত কাজ করেছে? ৩

(ঘ) গোলকটি ছেড়ে দেওয়ার **1s** পরে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্রটি প্রয়োজ্য হয় কিনা-উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. এখানে, মোট ভর $= 25 + 3 = 28\ kg$; বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ $= 60°$; দূরত্ব, $s = 20\ m$

$\therefore W = mg\, s \cos\theta = 28 \times 9.8 \times 20 \times \cos 60° = 2744\ J$

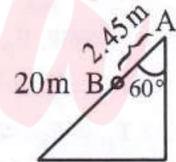
অর্থাৎ, অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কৃতকাজ 2744 J

ঘ. গোলকটি A বিন্দুতে, $E_A = U_A + K_A = 3 \times 9.8 \times 20 \cos 60° + 0 = 294\ J$

গোলকটি B বিন্দুতে আসলে, $S_B = \frac{1}{2} g \cos 60° \times t^2 = \frac{1}{2} \times 9.8 \cos 60° \times 1^2 = 2.45\ m$

$V_B = g \cos 60°\ t = 9.8 \cos 60° \times 1 = 4.9\ ms^{-1}$

মোট শক্তি, $E_B = U_B + K_B = 3 \times 9.8 \times (20 \cos 60° - 2.45 \cos 60°) + \frac{1}{2} \times 3 \times 4.9^2 = 294\ J$



অর্থাৎ, A ও B বিন্দুতে মোট গতিশক্তি ও স্থিতি শক্তি তথা যান্ত্রিক শক্তি ধ্রুবক থাকে।

22. **পানিপূর্ণ একটি সাঁতার পুকুরের (swimming pool) মাত্রা 25m × 10m × 3m। 1 hp অশ্ব ক্ষমতাসম্পন্ন একটি পানির পাম্প পুকুরটি 30 মিনিটে খালি করতে পারে। অপর একটি পানির পাম্প, 1.5 hp ক্ষমতাসম্পন্ন, একই কাজ 15 মিনিটে করতে সক্ষম।** **[RB'19]**

(গ) দুটি পাম্প একত্রে ব্যবহৃত হলে পুকুরটি খালি করতে কত সময় লাগবে নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কোন পাম্পটির ব্যবহার অধিক সাশ্রয়ী হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. $\therefore P_1 = 1\ hp = 746 J\ ; P_2 = 1.5\ hp = 1119\ J$

[তথ্যে ভুল রয়েছে। যদি 1 hp সম্পন্ন পাম্প পুকুর খালি করতে 30 min নেয় তবে পানির ঘনত্ব হতে হবে $= 121.79 kgm^{-3}$ ও 1.5 hp সম্পন্ন পাম্প যদি 15 min এ কাজ করে তবে পানির ঘনত্ব $= 91.341 gm^{-3}$]

$\therefore P_{total} = P_1 + P_2 = \frac{mgh}{t} = \frac{\rho Vgh}{t}$ [h = 1.5m]

$\therefore (1.5 + 1) \times 746 = \frac{25 \times 10 \times 3 \times 1000 \times g \times 1.5}{t}\ \therefore t = 5911.53 s$

ঘ. যে পাম্পটি নির্দিষ্ট সময়ে অধিক পরিমাণ পানি তুলতে পারে সেটি অধিক সাশ্রয়ী।

ধরি, নির্দিষ্ট সময় $t = 15$ min; $h = \frac{3}{2} = 1.5$ m

১ম পাম্প এর ক্ষেত্রে, $P_1 = \frac{m_1gh}{t} \therefore m_1 = \frac{P_1 \times t}{gh} = \frac{746 \times 15 \times 60}{9.8 \times 1.5} = 45673.47\text{kg}$

২য় পাম্প এর ক্ষেত্রে, $m_2 = \frac{P_2t}{gh} = 68510.20\text{kg} \because m_2 > m_1 \therefore$ ২য় পাম্প অধিক সাশ্রয়ী।

23. **4 kg** ভরের একটি শক্ত পাথর খণ্ড একই ভরের মাটিতে পোঁতা একটি লোহার রডের ওপর **5 m** উঁচু কোনো স্থান থেকে খাড়াভাবে পড়ল। ফলে লোহার রডটি মাটির ভেতরে আরও **10 cm** প্রবেশ করলো। **[SB'19]**

(ঘ) উদ্দীপকের বর্ণিত ঘটনাটি কাজ-শক্তির উপপাদ্য সমর্থন করে কি? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

ঘ. উদ্দীপকের ঘটনাটি অবশ্যই কাজ-শক্তির উপপাদ্য সমর্থন করে।

পাথরটি পড়ার ফলে, $W_1 = E_k = mgh = 196\text{ J}$; $v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = 7\sqrt{2}\text{ ms}^{-1}$

আর ঢুকে যাবার ফলে, $v = 0$; $u = 7\sqrt{2}\text{ ms}^{-1}$

তাহলে, $W_2 = \frac{1}{2}m \times \left\{(7\sqrt{2})^2 - (0)^2\right\} = 196\text{ J}$

আর পাথরের 0.1 m সরণে কাজ, $W_3 = mg \times 0.1 = 3.92\text{ J} \therefore$ মোট কাজ, $W = 199.92\text{ J}$

আর মাটি দ্বারা কাজ, $W' = 0.1 \times 1999.2\text{ J} = 199.92\text{ J}$। অর্থাৎ, কাজ-শক্তি উপপাদ্য মেনে চলে।

বিকল্প সমাধান: কাজ শক্তি উপপাদ্য, $\frac{1}{2}m(v^2 - u^2) = W \therefore W = mgh = 4 \times g \times 5 = 196\text{ J}$

$\therefore v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times g \times 5} = 7\sqrt{2}\text{ ms}^{-1} \therefore \Delta E_k = \frac{1}{2}m(v^2 - u^2) = 196\text{ J} \therefore W = \Delta E_k$

24. সীমা **18 kg** ভরের একটি ব্যাগ নিয়ে **50 m** উঁচু একটি বিল্ডিং-এ ওঠার পর ছাদ থেকে ব্যাগটি পড়ে গেলে সেটি **'h'** উচ্চতায় পাশের বিল্ডিং-এর ছাদে $\mathbf{24.25\ ms^{-1}}$ বেগে পড়ল। **[SB'19]**

(গ) উদ্দীপকের **'h'** এর মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) **'h'** উচ্চতায় বিভব শক্তি গতিশক্তির সমান হবে কি না? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. এখানে, $v = 24.25\text{ ms}^{-1}$; $u = 0$; $g = 9.8\text{ ms}^{-2} \therefore v^2 = u^2 + 2gx$

$\therefore x = \frac{(24.25)^2}{19.6} = 30$ m (প্রায়) $\therefore h' = h - x = 50 - 30 = 20\text{ m} \therefore h' = 20\text{ m}$।

ঘ. h' উচ্চতায়, $E_p = mgh' = 18 \times 9.8 \times 20 = 3528\text{ J}$

$\therefore E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 18 \times (24.25)^2 = 5292.5625\text{ J}$

$\therefore E_p \neq E_k$। অর্থাৎ, h' উচ্চতায় গতিশক্তি ও বিভবশক্তি সমান হবে না।

25. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা **10 m** এবং ব্যাস **2 m**। একটি পাম্প **20** মিনিটে কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে পারে। উক্ত পাম্পের সাথে আরও একটি **1 HP** ক্ষমতার পাম্প যুক্ত করে কুয়াটিকে পানিশূন্য করলে কিছু সময় সাশ্রয় হয়। **[BB'19]**

(গ) প্রথম পাম্পের কৃতকাজ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে কত সময় সাশ্রয় হবে- গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. এখানে, $h = 10\text{ m}$; $m = \pi r^2 h\rho = \pi \times \left(\frac{2}{2}\right)^2 \times 10 \times 1000\text{ kg}$

$\therefore W = mgh = \pi \times (1)^2 \times 10 \times 1000 \times 9.8 \times 5 = 1539384\text{ J}$ (Ans.)

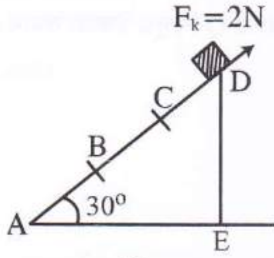
ঘ. পাম্পের প্রাথমিক ক্ষমতা $= \frac{W}{t} = \frac{1539384}{20 \times 60} = 1282.82\text{ W}$

$\therefore$ মিলিত ক্ষমতা $= 746\text{ W} + 1282.82\text{ W} = 2028.5\text{ W}$

$\therefore$ খালি হতে সময় লাগে $= \frac{1539384}{2028.82}\text{ s} = 758.76\text{ s} = 12.65\text{ min}$

$\therefore$ সময় সাশ্রয় হবে $= (20\text{ min} - 12.65)\text{ min} = 7.35\text{ min}$ (**Ans.**)

26.



m ভরের একটি বস্তু DA আনত তলে পড়ছে। এখানে m = 50kg, DE = 6m এবং AB = BC = CD। **[JB'19]**

(গ) আনত তল বেয়ে নামার সময় গতীয় ঘর্ষণ বল দ্বারা কৃতকাজের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) **B ও C বিন্দুতে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা প্রতিফলিত হয়েছে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।** ৪

উত্তর

গ. এখানে, $F_k = 2N$; $s = 12$ m $\left[DE = AD\sin 30° \ ; AD = \frac{DE}{\sin 30°} = 12 \text{ m}\right]$

আমরা জানি, $W = F_k \cdot s = 2 \times 12 = 24$ J

ঘ. লব্ধি ত্বরণ $= g\sin 30° - a_k = 9.8 \times \frac{1}{2} - \frac{2}{50} = 4.86 \text{ ms}^{-2}$

$\therefore$ B তে $v = \sqrt{2 \times 4.86 \times 8} = 8.818 \text{ ms}^{-1}$; $h = 4\sin 30° = 2$m

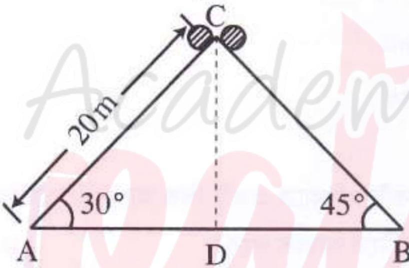
$\therefore E_T = E_p + E_k = m\left(gh + \frac{v^2}{2}\right) = 50\left(9.8 \times 2 + \frac{8.818^2}{2}\right) = 2924$ J

এবং C তে $v = \sqrt{2 \times 4.86 \times 4} = 6.235 \text{ ms}^{-1}$; $h = 8\sin 30° = 4$m

$\therefore E_T = m\left(gh + \frac{v^2}{2}\right) = 50\left(9.8 \times 4 + \frac{6.235^2}{2}\right) = 2932$ J

স্পষ্টত: C তে মোট শক্তি > B তে মোট শক্তি । এর কারণ, AD তলে গতীয় ঘর্ষণের উপস্থিতি। তাই B ও C বিন্দুতে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা প্রতিফলিত হয় না।

27.



নিচের চিত্রে দুটি হেলানো তল AC ও BC এর শীর্ষবিন্দু C-এর উভয় পাশে 2kg ভরের দুটি লোহার গোলকের অবস্থান দেখানো হলো। AC তলের দৈর্ঘ্য 20 m। **[CB'19]**

(গ) **C বিন্দুতে গোলক দুটির মোট শক্তি নির্ণয় কর।** ৩

(ঘ) উদ্দীপকের গোলক দুটিকে একই সাথে মুক্ত করলে একই সময়ে AB অনুভূমিক তলে পৌঁছাবে কিনা তা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. এখানে, $CD = h = AC\sin 30° = 20\sin 30° = 10$ m $\therefore$ C বিন্দুতে $E = E_p + E_k = mgh + 0$

$= 2 \times 9.8 \times 10 + 0 = 196$ J। প্রতিটি গোলকের শক্তি 196 J $\therefore$ গোলক দুটির মোট শক্তি = 392 J

ঘ. AC বরাবর চলমান বস্তুর $a = g\sin 30° = 4.9 \text{ ms}^{-2}$

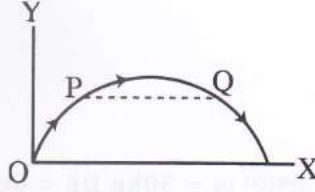
এখন, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$; $u = 0 \therefore t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = 2.857$ s

BC বরাবর চলমান বস্তুর ক্ষেত্রে, $BC\sin 45° = 10 \therefore BC = 10\sqrt{2}$ m

$a = g\sin 45° = 6.93 \text{ ms}^{-2}$। এখন, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$; $u = 0$

$\therefore t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = 2.02$ s $\therefore$ সমান সময়ে পড়বে না।

28. চিত্র অনুসারে একটি প্রাস 1s পরে P বিন্দুতে পৌঁছায়। $\overrightarrow{OP} = (10\hat{i} + 12\hat{j})m$ হয়। প্রাসের P ও Q বিন্দুর উচ্চতা সমান। [Din.B'19]



(ঘ) প্রাসটির P বিন্দুর গতিশক্তি ও সর্বোচ্চ বিন্দুর গতিশক্তি একই হবে কিনা- গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

ঘ. এখানে, $\overrightarrow{OP} = (10\hat{i} + 12\hat{j})$ m

∴ X-অক্ষ বরাবর আদিবেগের উপাংশ, $v_{x_0} = \frac{S}{t} = \frac{10}{1} = 10\ ms^{-1}$

আবার Y- অক্ষ বরাবর আদিবেগের উপাংশ v_{y_0} হলে,

$h = v_{y_0}t - \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow 12 = v_{y_0} \times 1 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 1^2 \therefore v_{y_0} = 16.9\ ms^{-1}$

এখন, P বিন্দুতে প্রাসটির আনুভূমিক গতিবেগ, $v_x = 10\ ms^{-1}[\because v_{x_0} = 10ms^{-1}]$

P বিন্দুতে উলম্ব বেগ v_y হলে, $v_y = v_{y_0} - gt = (16.9 - 9.8 \times 1)ms^{-1} = 7.1ms^{-1}$

∴ P বিন্দুতে প্রাসটির বেগ v হলে, $v^2 = v_x^2 + v_y^2 = 10^2 + 7.1^2$

ধরি, প্রাসটির ভর = m kg

∴ P বিন্দুতে প্রাসটির গতিশক্তি, $E_{kp} = \frac{1}{2} \times m \times v^2 = \frac{1}{2} \times m \times (10^2 + 7.1^2) = 75.205 \times m$

সর্বোচ্চ বিন্দুতে আনুভূমিক গতিবেগ, $v_x' = 10ms^{-1}$; উলম্ব গতিবেগ, $v_y' = 0ms^{-1}$

∴ সর্বোচ্চ বিন্দুতে গতিশক্তি, $E_x' = \frac{1}{2} \times m \times v_x'^2 = \frac{1}{2} \times m \times 10^2 = 50 \times m$

∴ প্রাসটির P বিন্দুর গতিশক্তি ও সর্বোচ্চ বিন্দুর গতিশক্তি একই হবে না।

29. প্রতি তলার উচ্চতা 5m হিসেবে 10 তলা ভবনের সর্বোচ্চ তলায় বসবাসরত একটি পরিবারে একটি শিশু আছে। শিশুটি বারান্দার গ্রীল দিয়ে 100gm ভরের একটি টেনিস বল ছেড়ে দিলে তা কিছুক্ষণের মধ্যে মাটিতে আঘাত করে। [All B'18]

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত টেনিস বলটি কত সময় পরে মাটিতে আঘাত করবে? ৩

(ঘ) ভবনটি ৭ম ও ৪র্থ তলায় বলটির মোট শক্তি উদ্দীপকের তথ্য ব্যবহার করে গণনা করলে তা শক্তির সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলবে- এ উক্তিটির সত্যতা যাচাই করে তোমার মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ.

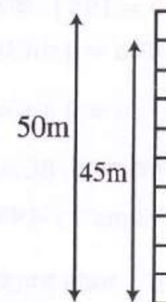
সময়, $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ [∵ আদিবেগ u = 0]

$= \sqrt{\frac{2 \times 45}{9.8}}$

$= 3.03s$ (**Ans.**)

উচ্চতা, $h = 9 \times 5m$

$= 45m$



ঘ. দেওয়া আছে, $m = 0.1kg,\ g = 9.8ms^{-2}$

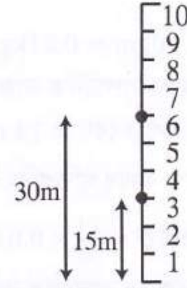
৭ম তলায় মোট শক্তি = বিভব শক্তি + গতিশক্তি $= mg \times 30 + \frac{1}{2}mv^2$

$= mg \times 30 + mg(45 - 30) = mg \times 45 = 44.1\ J$

অনুরূপভাবে, ৪র্থ তলায় মোট শক্তি $= mg \times 15 + \frac{1}{2}mv^2$

$= mg \times 15 + mg(45 - 15) = mg \times 45 = 44.1\ J$

সুতরাং ৭ম ও ৪র্থ তলায় মোট শক্তি একই। অর্থাৎ, শক্তির সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলে।



30. একটি সুউচ্চ অফিস বিল্ডিং-এ আরোহীসহ সর্বোচ্চ **400kg** ভরের ধারণক্ষমতা সম্পন্ন একটি লিফট দুই তলা হতে সাত তলার মধ্যে ওঠা-নামা করে। বিল্ডিংটির প্রতিটি ফ্লোরের উচ্চতা **3m**। উক্ত অফিসের একজনের ভর **45kg** এবং তিনি একদিন লিফটটিতে চড়ে $2ms^{-2}$ ত্বরণে উঠানামার সময় ওয়েট মেশিনে তার ওজন পরিমাপ করলেন। এক্ষেত্রে সর্বত্র অভিকর্ষজ ত্বরণের মান $9.8ms^{-2}$। **[DB'17]**

(গ) লিফটটিকে দুই তলা হতে সাত তলায় $2ms^{-1}$ সমবেগে উঠাতে সর্বনিম্ন কত অশ্ব ক্ষমতার একটি মোটরের প্রয়োজন হবে? ৩

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, ভর, $m = 400\ kg$ ∴ বল, $F = mg = (400 \times 9.8)N = 3920N$

বেগ, $v = 2\ ms^{-1}$

আমরা জানি, ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv = (3920 \times 2)W = 7840W = \frac{7840}{746}HP = 10.51HP$

31. **80 kg** ভরের একজন লোক **20kg** ভরের একটি বোঝা মাথায় নিয়ে **40m** দৈর্ঘ্যের মই বেয়ে একটি দালানের ছাদে উঠলো। মইটি অনুভূমিকের সাথে **40°** কোণ উৎপন্ন করে দালানের ছাদে লাগানো ছিল। **[RB'17]**

(গ) লোকটি কর্তৃক কৃতকাজ বের কর। ৩

(ঘ) মইটির দৈর্ঘ্য **60m** হলে অনুভূমিকের সাথে কত কোণে স্থাপন করলে একই পরিমাণ কাজ সম্পাদিত হবে এবং এ ক্ষেত্রে কোনো সুবিধা পাওয়া যাবে কিনা– গাণিতিকভাবে মতামত দাও। ৪

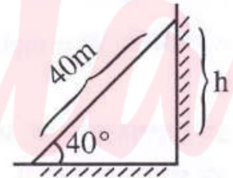
উত্তর

গ. উচ্চতা, $h = (40\sin40°)m = 25.71m$

∴ কাজ, $W = mgh$

$= (80 + 20) \times 9.8 \times 25.71J$

$= 25197.27J$



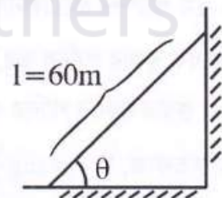
ঘ. উলম্ব উচ্চতা একই হলে, একই পরিমাণ কাজ পাওয়া যাবে।

'গ' হতে প্রাপ্ত, উল্লম্ব উচ্চতা,

$h = 25.71m$; নতুন মইয়ের দৈর্ঘ্য, $l = 60m$। মনে করি, θ কোণে রাখলে কাজ একই হয়।

$\therefore h = 60 \sin\theta \Rightarrow 25.71 = 60 \sin\theta \Rightarrow \theta = \sin^{-1}\left(\frac{25.71}{60}\right) = 25.37°$

∴ 25.37° কোণে 60m দৈর্ঘ্যের মই রাখলে একই পরিমাণ কাজ সম্পাদিত হবে। কাজের পরিমাণ উভয় ক্ষেত্রে এক হলেও ২য় ক্ষেত্রে মই কম ঢালু হওয়ায় তুলনামূলক সহজে বোঝা উপরে তোলা যাবে।



32. নিচের ছকে **10gm** ভরের একটি গতিশীল কণার সময়ের সাপেক্ষে বেগ ও সরণ দেখানো হল:

t(s)	0	2	4	6	8	10
$v(ms^{-1})$	2	6	10	14	18	22
s(m)	0	8	22	48	80	120

(ঘ) কণাটির 6 সেকেন্ডে সম্পাদিত কাজ এবং 6 তম সেকেন্ডে সম্পাদিত কাজ একই কিনা বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

ঘ. বস্তুর ভর, $m = 10gm = 0.01kg$

কণাটির 6 সেকেন্ডে সম্পাদিত কাজ = 6 তম সেকেন্ডে গতিশক্তি – আদি গতিশক্তি

6 তম সেকেন্ডে কণার বেগ $= 14\ ms^{-1}$ [ছক হতে]

$\therefore$ 6 তম সেকেন্ডে কণার গতিশক্তি $= \left(\frac{1}{2} \times 0.01 \times (14)^2\right) J = 0.98J$

কণার আদি গতিশক্তি $= \left(\frac{1}{2} \times 0.01 \times (2)^2\right) J = 0.02J$

$\therefore$ কণাটির 6 সেকেন্ডে সম্পাদিত কাজ $= (0.98 - 0.02)J = 0.96J$

কণাটির 6 তম সেকেন্ডে কাজ = 6 তম সেকেন্ডে গতিশক্তি –5 তম সেকেন্ডে গতিশক্তি

5 তম সেকেন্ড কণার বেগ $= (2 + 2 \times 5)ms^{-1} = 12ms^{-1}$

$\therefore$ 5 তম সেকেন্ড কণার গতিশক্তি $= \left(\frac{1}{2} \times 0.01 \times 12^2\right) J = 0.72J$

$\therefore$ 6 তম সেকেন্ডে বস্তুর সম্পাদিত কাজ $= (0.98 - 0.72)J = 0.26J$

$\therefore$ 6 সেকেন্ডে সম্পাদিত কাজ এবং 6 তম সেকেন্ডে সম্পাদিত কাজ একই নয়।

33. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা **20m** ও ব্যাস **2m**। কুয়াটিকে পানিশূন্য করার জন্য **5HP** এর একটি পাম্প লাগানো হল। অর্ধেক পানি তোলার পর পাম্পটি নষ্ট হয়ে গেল। বাকি পানি তোলার জন্য একই ক্ষমতাসম্পন্ন আর একটি পাম্প লাগানো হল। **[Ctg.B'17]**

(গ) প্রথম পাম্প দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) প্রথম ও দ্বিতীয় পাম্প দ্বারা পানি তুলতে একই সময় লাগবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

উত্তর

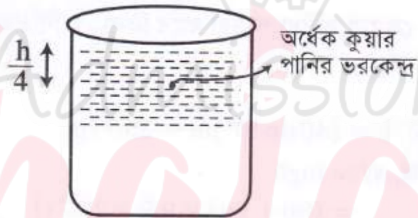
গ. গভীরতা, $h = 20m$

ব্যাসার্ধ, $r = 1m$

আয়তন, $V = \pi r^2 h = 62.83m^3$

অর্ধেক কুয়ার পানির ভর, $m = \frac{1}{2} V\rho = 31415.92654\ kg$

$\therefore$ অর্ধেক কুয়ার পানির ভরকেন্দ্রের সরণ, $h' = \frac{h}{4}$



$\therefore$ কৃতকাজ, $W = mgh' = \left(31415.92654 \times 9.8 \times \frac{20}{4}\right) J$

$= 1539380.4\ J$

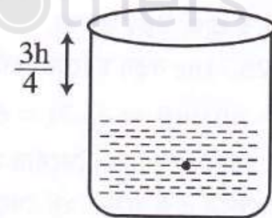
ঘ. ১ম পাম্পের কৃতকাজ, $W_1 = 1539380.4J$ ['গ' হতে]

১ম পাম্পের ক্ষমতা, $P_1 = 5HP = (5 \times 746)W = 3730W$

$\therefore$ ১ম পাম্পের প্রয়োজনীয় সময়, $t_1 = \frac{W_1}{P_1} = 412.7\ sec$

অর্ধেক কুয়ার পানির ভর, $m = 31415.92654\ kg$ [গ হতে]

২য় কুয়ার ক্ষেত্রে পানির ভরকেন্দ্রের সরণ, $h' = \frac{3h}{4}$



$\therefore$ কৃতকাজ, $W_2 = mg\frac{3h}{4} = 4618141.201J$

$\therefore$ সময়, $t_2 = \frac{W_2}{P_2} = \frac{4618141.201}{3730} sec = 1238.107\ sec$

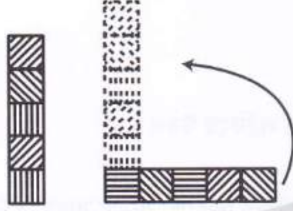
সুতরাং উভয় পাম্পের একই সময় লাগবে না। দ্বিতীয় পাম্পের বেশি সময় লাগবে।

34. **30gm** ভরের একটি মার্বেল **$10ms^{-1}$** বেগে সোজা গিয়ে একটি স্থির মার্বেলকে ধাক্কা দেয়। ধাক্কার পর মার্বেলটি তার 75% বেগ হারায় এবং স্থির মার্বেলটি **$9ms^{-1}$** বেগ লাভ করে স্থির অবস্থান থেকে **3m** দূরে একটি মাটির দেয়ালকে ধাক্কা দেয়, মাটির দেয়ালের বাধাদানকারী বল **3N** । (বাতাসের বাধা উপেক্ষা করে)। **[JB'17]**

(ঘ) মার্বেলটি দেয়ালের ভিতর ঢুকতে পারবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। 8

উত্তর

ঘ. মনে করি, মার্বেলটি দেয়ালের ভেতর x পরিমাণ ঢুকে যায়।
দেওয়া আছে, মার্বেলের ভর, $m = 25gm = 0.025kg$ ও বেগ $v = 9\ ms^{-1}$
দেয়ালের প্রতিরোধ দানকারী বল, $F = 3N$
∴ মার্বেলের গতিশক্তি = বাধাদানকারী বল দ্বারা কৃতকাজ
$\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = Fx \Rightarrow x = \frac{mv^2}{2F} = \frac{0.025\times9^2}{2\times3}\ m = 0.3375\ m$
সুতরাং মার্বেলটি দেয়ালটির ভিতর ঢুকতে পারবে এবং 0.3375 m পরিমাণ ঢুকবে।

35. 
50cm বাহুবিশিষ্ট কোনো ঘনকের ভর 25kg। এরূপ পাঁচটি ঘনককে একটির উপর আরেকটি রেখে একটি স্তম্ভ তৈরি করা হলো। অন্যদিকে অনুরূপ আরো পাঁচটি ব্লককে ভূমিতে পাশাপাশি সংযুক্ত করে স্তম্ভটিকে খাড়া করা হলো। **[Din.B'17]**

(ঘ) স্তম্ভ তৈরির কোন উপায়টি অধিক গ্রহণযোগ্য? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। 8

উত্তর

ঘ. প্রথম পদ্ধতিতে স্তম্ভ তৈরির কৃতকাজ নির্ণয় করতে আমরা একটি করে ঘনক নিয়ে চিন্তা করি।
ঘনকের ভর, $m = 25kg$; ঘনকের বাহু, $a = 50cm = 0.5m$
১ম ঘনকটি উঠাতে কোনো কাজ করতে হয় না, কারণ এর উচ্চতার কোনো পরিবর্তন হয় না। ∴ $W_1 = 0\ J$
২য় ঘনকটি তুলতে কৃতকাজ $W_2 = mga = (25\times9.8\times0.5)J = 122.5J$
৩য় ঘনকটি তুলতে কৃতকাজ, $W_3 = mg(2a) = (25\times9.8\times2\times0.5)J = 245J$
৪র্থ ঘনকটি তুলতে কৃতকাজ, $W_4 = mg(3a) = 367.5J$
৫ম ঘনকটি তুলতে কৃতকাজ, $W_5 = mg(4a) = 490J$
∴ স্তম্ভ তৈরির মোট কাজ, $W_A = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 = 1225J$
২য় পদ্ধতিতে স্তম্ভ তৈরির কৃতকাজ নির্ণয় করতে, স্তম্ভের ভরকেন্দ্রের সরণ ব্যবহার করতে হবে।
স্তম্ভটি অনুভূমিক অবস্থায় ভরকেন্দ্রের উচ্চতা, $h_1 = \frac{a}{2}$
ও স্তম্ভটি উলম্ব অবস্থায় ভরকেন্দ্রের উচ্চতা, $h_2 = \frac{5a}{2}$ ∴ ভরকেন্দ্রের সরণ, $h = h_2 - h_1 = 2a$
স্তম্ভের ভর, $M = (25\times5)kg = 125\ kg$ ∴ কৃতকাজ, $W_B = mgh = 1225J$
সুতরাং, উভয় পদ্ধতিতে একই কাজ করতে হয়।

36. **সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর কক্ষপথ উপবৃত্তাকার। সূর্য হতে পৃথিবীর নিকটতম ও দূরতম দূরত্ব যথাক্রমে 1.47×10^{14} m এবং 1.52×10^{14} m। একজন শিক্ষার্থী হিসাব করে বলল পৃথিবীকে নিকটতম হতে দূরতম দূরত্বে সরাতে মহাকর্ষ বলের বিরুদ্ধে 1.8×10^{29} J কাজ সম্পাদন করতে হয়। সূর্য ও পৃথিবীর ভর যথাক্রমে 2×10^{30} kg এবং 5.96×10^{24} kg।** **[CB'22]**

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত শিক্ষার্থীর হিসাবের যথার্থতা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। 4

উত্তর

ঘ. মহাকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ, $W = GM_sM_e\left(\frac{1}{R_{min}} - \frac{1}{R_{max}}\right)$ তাহলে পৃথিবীকে নিকটতম থেকে সর্বোচ্চ দূরত্বে সরাতে মহাকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ হলো, $W = 6.67\times10^{-11}\times2\times10^{30}\times5.96\times10^{24}\times\left(\frac{1}{1.47\times10^{14}} - \frac{1}{1.52\times10^{14}}\right)$

$W = 1.8\times10^{29}J$

$M_s = 2\times10^{30}kg$
$M_e = 5.96\times10^{24}kg$
$R_{min} = 1.47\times10^{14}m$
$R_{max} = 1.52\times10^{14}m$

শিক্ষার্থীর হিসাবকৃত কাজ, $W' = 1.8\times10^{29}J$
∴ $W' = W$। অর্থাৎ, উদ্দীপকের শিক্ষার্থীর হিসাব যথার্থ ছিল।

◆ **CQ: বোর্ড স্ট্যান্ডার্ড প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর**

01. **80%** দক্ষতা সম্পন্ন একটি মোটর একটি ক্রেন নিয়ন্ত্রণ করে যার ক্ষমতা **50%**। মোটরটি **3.73 kW** ক্ষমতা প্রয়োগ করলে ক্রেন **746N** ওজনের একটি বস্তু উপরে তুলতে পারে।

(গ) বস্তুর গড়বেগ নির্ণয় কর। ৩

উত্তর

গ. বস্তুটির ওজন, $mg = 746N = F$; বস্তুর গড়বেগ v হলে, ক্ষমতা $P = Fv \therefore v = \frac{P}{F}$

মোটরটির প্রয়োগকৃত ক্ষমতা 3.73kW

$\therefore$ ক্রেনটি বস্তুকে উপরে তুলতে ক্ষমতা প্রয়োগ করে $= \frac{50}{100} \times \frac{80}{100} \times 3.73 = 1.492$ kW

$\therefore$ বস্তুর গড়বেগ, $v = \frac{1.492 \times 1000}{746} = 2\ ms^{-1}$

02. একটি লোহার বল **10m** উচ্চতা থেকে একটি লোহার প্লেটের উপর পড়ে বলটি **0.8m** উপরে লাফিয়ে উঠল।

(গ) বলটি লোহার প্লেটকে স্পর্শ করার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তের শক্তি এবং লাফিয়ে উঠার পরের শক্তির পার্থক্য নির্ণয় কর এবং শক্তির নিত্যতা সূত্রের সাহায্যে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. লোহার প্লেটটি স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে বলের সম্পূর্ণ বিভবশক্তি গতিশক্তিতে পরিণত হবে।

$\therefore$ স্পর্শ করার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে গতিশক্তি $= mgh = m \times 9.8 \times 10 = 98m$ J

এক্ষেত্রে গোলকটির ভর m kg.

ঘ. স্পর্শ করার পূর্ব মুহূর্তে মোট শক্তি $= m \times 9.8 \times 10 = 98$ m J

স্পর্শ করে লাফিয়ে ওঠার পর মোট শক্তি $= m \times 9.8 \times 0.8 = 7.84$ m J

$\therefore$ শক্তির পার্থক্য $= (98 - 7.84)$m J $= 90.16$ m J

শক্তির নিত্যতা সূত্র অনুযায়ী, শক্তি শুধুমাত্র রূপ বদলায়, সৃষ্টি বা ধ্বংস হয় না।

এক্ষেত্রে 90.16 m J শক্তি ক্ষয় হয়নি। লোহার প্লেটটি স্পর্শ করায় তাপ, শব্দ ইত্যাদি শক্তি হিসাবে রূপান্তরিত হয়ে যায়।

03. কোনো বস্তুর উপর $(5\hat{i} + 10\hat{j} - 5\hat{k})$N বল প্রয়োগের ফলে বস্তুটির **5** সেকেন্ডে $(10\hat{i} + 6\hat{j} + 10\hat{k})$m সরণ ঘটে।

(গ) বস্তুটির উপর প্রযুক্ত বল দ্বারা কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) **1000W** ক্ষমতা ও **30%** দক্ষতার কোনো যন্ত্রের সাহায্যে বস্তুটির 5s সময়ে একই সরণ ঘটানো সম্ভব কি? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক তোমার মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. কৃতকাজ, $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = (5\hat{i} + 10\hat{j} - 5\hat{k}) \cdot (10\hat{i} + 6\hat{j} + 10\hat{k}) = 50 + 60 - 50 = 60$J

ঘ. বস্তুটির সরণ ঘটাতে কৃতকাজ 60J। 1000W ক্ষমতা, 30% দক্ষতার যন্ত্র 5s এ কাজ করে,

$W = 1000 \times \frac{30}{100} \times 5 = 1500J > 60J$। সুতরাং যন্ত্রটি উল্লিখিত সরণ অপেক্ষা অধিক সরণ ঘটাতে পারবে।

04. **27.36HP** এবং **3.65HP** ক্ষমতার দুটি ইঞ্জিন দিয়ে যথাক্রমে **100m** এবং **10m** উচ্চতায় **1000kg** পানি উঠানো হলো এতে **1** মিনিট সময় লাগে।

(গ) প্রথম ইঞ্জিনের লভ্য কার্যকর ক্ষমতা কত? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে দেখাও যে, প্রথম ইঞ্জিন দ্বারা শতকরা যে ক্ষমতা নষ্ট হয় সে তুলনায় দ্বিতীয় ইঞ্জিন দ্বারা **20%** ক্ষমতা বেশি নষ্ট হয়। ৪

উত্তর

গ. পানি উঠাতে প্রযুক্ত ক্ষমতা $= \frac{100 \times 9.8 \times 1000}{1 \times 60} = 16.33kW \left[\because P = \frac{mgh}{t}\right]$

$\therefore$ লভ্য কার্যকর ক্ষমতা $= 16.33$ kW

প্রথম ইঞ্জিনের ক্ষমতা $= 27.36HP = 27.36 \times 746W = 20.41kW$

ঘ. প্রথম ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা $= \left(\frac{16.33}{20.41} \times 100\right) = 80\%$ ∴ক্ষমতা নষ্ট হয় $= (100 - 80) = 20\%$

দ্বিতীয় ইঞ্জিনের ক্ষমতা $= 3.65HP = 3.65 \times 746 = 2.72kW$

পানি তুলতে ব্যয়িত ক্ষমতা $= \frac{10\times9.8\times1000}{1\times60} = 1.63kW$

∴ কর্মদক্ষতা $= \frac{1.63}{2.72} \times 100\% = 60\%$ ∴ ক্ষমতা নষ্ট হয় $(100 - 60) = 40\%$

অর্থাৎ, দ্বিতীয় ইঞ্জিন দ্বারা প্রথম ইঞ্জিনের চেয়ে $(40 - 20)\% = 20\%$ ক্ষমতা বেশি নষ্ট হয়।

05. **তনুদের বাড়ির নিচে 3m দৈর্ঘ্য, 2m প্রস্থ ও 4m গভীরতা বিশিষ্ট একটি রিজার্ভার আছে। তাদের বাড়ি 10 তলা বিশিষ্ট। প্রতি তলার উচ্চতা 3.1m। রিজার্ভারের উপরের দিকে 40cm পানিশূন্য। একদিন তনু রিজার্ভার থেকে 1 বালতি (12kg) পানি নিয়ে ছাদে উঠে । তনুর ভর 55kg.**

(গ) তনু 2 মিনিটে ছাদে উঠলে তার ক্ষমতা কত? ৩

(ঘ) রিজার্ভারের সম্পূর্ণ পানি 15 min সময়ে ছাদে উঠাতে কত ক্ষমতার পাম্প ব্যবহার করতে হবে? [যখন কর্মদক্ষতা 85%।] ৪

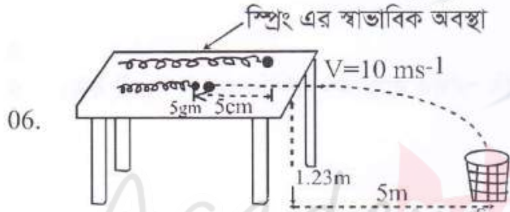
উত্তর

গ. পানি নিয়ে ছাদে উঠতে কৃতকাজ $= mgh = (55 + 12) \times 9.8 \times 3.1 \times 10 = 20354.6$ J

∴ তনুর ক্ষমতা $= \frac{mgh}{t} = \frac{20354.6}{2\times 60} = 169.62$ W (Ans.)

ঘ. সম্পূর্ণ পানির ভর $= 1000 \times 3 \times 2 \times (4 - 0.4) = 21600$ kg

∴ পানি উঠাতে ক্ষমতা $= \frac{21600\times9.8\times\left(\frac{0.4+4}{2}+3.1\times10\right)}{15\times60} = 7.81$ kW ∴ পাম্পের ক্ষমতা $= \frac{7.81}{0.85} = 9.19$ kW

06. 

সাফা স্কুলের বার্ষিক ক্রীড়া প্রতিযোগিতায় একটি মার্বেলকে স্প্রিং এর সাহায্যে চিত্রের ন্যায় অনুভূমিকভাবে গতিশীল করে তা ঝুড়িতে ফেলতে চায়।

(গ) উদ্দীপকের আলোকে স্প্রিং ধ্রুবক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) সাফা মার্বেলটি ঝুড়িতে ফেলতে পারবে কিনা - গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

উত্তর

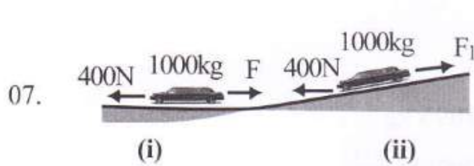
গ. স্প্রিং সংকোচনের ফলে স্প্রিং এ সঞ্চিত শক্তি $= \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}k \times \left(\frac{5}{100}\right)^2 = (1.25 \times 10^{-3}k)$J

সম্পূর্ণ সঞ্চিত শক্তি মার্বেলটির গতিশক্তিতে পরিণত হয় কেননা মার্বেলের আদিবেগ ভূমির সমান্তরালে,

অর্থাৎ, গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times \frac{5}{1000} \times 10^2 = 0.25$ J ∴ $1.25 \times 10^{-3}k = 0.25$ ∴ $k = 200$ Nm^{-1}

ঘ. টেবিলের উচ্চতা অতিক্রমে t সময় লাগলে, উল্লম্ব দিকে, $1.23 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2$ ∴ $t = 0.5$ s

এই সময়ে অতিক্রান্ত অনুভূমিক দূরত্ব, $s = 10 \times 0.5 = 5$ m। সুতরাং সাফা মার্বেলটি ঝুড়িতে ফেলতে পারবে।

07. 

1000kg ভরের একটি গাড়ি আনুভূমিক রাস্তার উপর দিয়ে $10ms^{-1}$ সমবেগে চলছে। গাড়ির উপর ক্রিয়ারত ঘর্ষণ বল 400N। কিছুক্ষণ পর গাড়িটি ভূমির সাথে 8° কোণে আনত রাস্তার উপর দিয়ে একই বেগে উপরের দিকে উঠছে, তখনও গাড়ির উপর ক্রিয়ারত ঘর্ষণ বল 400N। গাড়ির ইঞ্জিনটির সর্বোচ্চ ক্ষমতা 30kW।

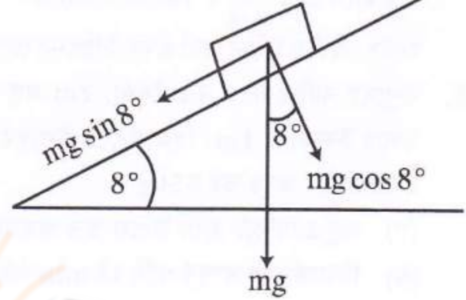
(গ) অনুভূমিক রাস্তায় গাড়ির ইঞ্জিন কত ক্ষমতা প্রয়োগ করছে? ৩

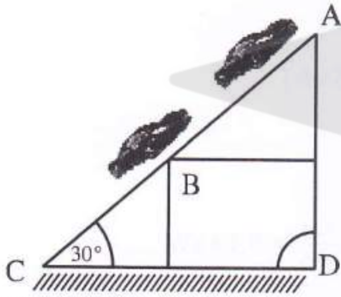
(ঘ) ইঞ্জিনটির কার্যকর ক্ষমতা 70% হলে গাড়িটি কি আনত তল বেয়ে একই বেগে উপরে উঠতে পারবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. অনুভূমিক রাস্তায় গাড়িটি সমবেগে চলছে, কোনো ত্বরণ নেই। অর্থাৎ, গাড়িটি তার উপর ক্রিয়ারত ঘর্ষণ বলের সমান বল সম্মুখ দিকে প্রয়োগ করছে। ∴ $F = 400N$ এবং $v = 10ms^{-1}$ ∴ ক্ষমতা, $P = Fv = 400 \times 10 = 4000W = 4kW$

ঘ. আনত তলে ও গাড়িটি সমবেগে উঠলে এর উপর ঘর্ষণ বল ও অভিকর্ষ বলের উপাংশ সম্মুখদিকে প্রযুক্ত বল দ্বারা নিষ্ক্রিয় হয়ে যায়।
$F = 400 + 1000 \times 9.8 \times \sin 8° = 1763.90N$
∴ ক্ষমতা $= Fv = 1763.90 \times 10 = 17.64$ kW
ইঞ্জিনটির কার্যকর ক্ষমতা 70% হলে, প্রযুক্ত ক্ষমতা $= 30 \times 0.7$ kW
$= 21$ kW
∴ গাড়িটি আনত তল বেয়ে একই বেগে উপরে উঠতে পারবে।



08. 

200kg ভরের একটি গাড়ি ভূমির সাথে 30° কোণে AC আনত তল বরাবর A বিন্দু হতে স্থির অবস্থান হতে নিচে নামছিল। B বিন্দুতে গাড়ির বেগ $16ms^{-1}$ এবং চালক ব্রেক করায় গাড়িটি 40m দূরত্ব অতিক্রম করার পর C বিন্দুতে থেমে গেল। ভূমি থেকে A বিন্দুর উচ্চতা ছিল 33m এবং g এর মান ছিল $9.8ms^{-2}$।

(গ) গাড়িটাকে থামাতে কত প্রতিরোধকারী বল প্রয়োগ করা হয়েছিল? ৩
(ঘ) **AC তলে গতিশীল গাড়িটির A ও B বিন্দুতে যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণ নীতি পালিত হবে কি? গাণিতিকভাবে যাচাই কর।** ৪

উত্তর

গ. গাড়ির মন্দন a হলে, $v^2 = u^2 - 2as \Rightarrow a = \frac{16^2-0^2}{2\times40} = 3.2\ ms^{-2}$
বাধাদানকারী বলের মান, $F = m(a + g\sin 30°) = 200(3.2 + 9.8 \times \sin30°) = 1620$ N

ঘ. উদ্দীপকের AC তলে A বিন্দুতে গাড়ির যান্ত্রিক শক্তি
$= mgh + 0 = 200 \times 9.8 \times 33 = 64680$ J $= 64.68$ kJ
B বিন্দুতে গাড়ির উচ্চতা $= 40 \sin 30° = 20$m
∴ B বিন্দুতে যান্ত্রিক শক্তি $= mgh + \frac{1}{2}mv^2 = 200\left(9.8 \times 20 + \frac{1}{2} \times 16^2\right) = 64.8$ kJ
∴ উদ্দীপকের AC তলে যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণ নীতি পালিত হয়নি।

09. **A, B ও C তিনটি কুয়া। একটি পাম্প A কুয়া থেকে 4.9 মিনিটে 10,000 লিটার পানি 6m গড় উচ্চতায় তুলতে পারে। B কুয়ার গভীরতা 12m এবং ব্যাস 8m। অপরদিকে C কুয়ার গভীরতা 15m এবং ব্যাস 6m।**
(গ) **A কুয়ার পাম্পের ক্ষমতা 80% কার্যকর হলে এর ক্ষমতা নির্ণয় কর।** ৩
(ঘ) **5HP ক্ষমতার ইঞ্জিন দ্বারা B ও C কুয়ার মধ্যে কোনটিকে আগে পানিশূন্য করা যাবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।** ৪

উত্তর

গ. A কুয়ার পাম্পের ক্ষমতা, $P = \frac{mgh}{t\eta} = \frac{10000\times6\times9.8}{4.9\times60\times0.8} = 2500W = 2.5$ kW

ঘ. B কুয়ার পানির ভর, $m_1 = \pi r^2 h\rho = \pi \times \left(\frac{8}{2}\right)^2 \times 12 \times 1000 = 603185.7895$ kg
∴ পানি উঠাতে t_1 s সময় লাগলে ক্ষমতা $P = \frac{m_1 g\left(\frac{h_1}{2}\right)}{t_1} \Rightarrow 5 \times 746 = \frac{603185.7895\times9.8\times\frac{0+12}{2}}{t_1}$
∴ $t_1 = 9508.67$ s। C কুয়ার ক্ষেত্রে, $P = \frac{m_2 g\left(\frac{h_2}{2}\right)}{t_2} \Rightarrow 5 \times 746 = \frac{\pi\times\left(\frac{6}{2}\right)^2\times15\times1000\times9.8\times\frac{0+15}{2}}{t_2}$
∴ $t_2 = 8357.22$s ∵ $t_2 < t_1$ ∴ C কুয়াটি আগে পানিশূন্য হবে।

অধ্যায় ০৬ মহাকর্ষ ও অভিকর্ষ

এই অধ্যায়ের বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ:

বোর্ড	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
	ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা	2		1	1	3										3			1	1	3	1		1		3
রাজশাহী	1	1	1	1	3										3	সকল বোর্ড						1			1
চট্টগ্রাম	1	1	1	1	4						1	1	1	1	1						1	1	1	1	2
সিলেট	1	1	1	1	3						2	2	1	1	3						1	1	1	1	3
বরিশাল	1	1	1	1	3							1	1	1	2						1	1	1	1	2
যশোর	1	1	1	1	4						1		1	1							2	1	1	1	2
কুমিল্লা	1	1		1	5						1				2						1	1	1	1	4
দিনাজপুর	1	1	1	1	2							1	1	1	3								1	1	1
ময়মনসিংহ	1	1	1	1	2																				

বি.দ্র.- ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই এবং ২০১৮ সালে সকল বোর্ডে অভিন্ন প্রশ্ন পদ্ধতিতে পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয়।

গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা ও তথ্যাবলি

- **গ্যালিলিওর সূত্র:** পড়ন্ত বস্তুর সম্পর্কে গ্যালিলিও তিনটি সূত্র দিয়েছেন। এগুলোকে পড়ন্ত বস্তুর গ্যালিলিওর সূত্র বলে।
- **কেপলারের সূত্র:** 1618 খ্রিষ্টাব্দে ডেনমার্কের জ্যোতির্বিদ কেপলার সূর্যকে কেন্দ্র করে গ্রহের গতি সম্পর্কিত তিনটি সূত্র প্রদান করেন, এই সূত্র তিনটিকে কেপলারের গ্রহ সম্পর্কীয় গতিসূত্র (Keplers laws of planetary motion) বলা হয়।
- **মহাকর্ষ:** নভোমণ্ডলে অবস্থিত দুটি বস্তু বা বস্তুকণার মধ্যকার পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বলে।
- **অভিকর্ষ:** পৃথিবী ও অন্য একটি বস্তু বা বস্তুকণার মধ্যকার আকর্ষণ বলকে অভিকর্ষ বা মাধ্যাকর্ষণ বলে।
- **নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র:** মহাবিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তুকণা পরস্পরকে আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণ বল বস্তু দুটির ভরের গুণফলের সমানুপাতিক এবং এদের মধ্যকার দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।

  $F \propto \frac{m_1 m_2}{d^2} \Rightarrow F = \frac{G m_1 m_2}{d^2}$
- **ওজন:** কোনো একটি বস্তু যে পরিমাণ বল দ্বারা পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে আকৃষ্ট হয় তাকে তার ওজন বা ভার বলে।
- **মহাকর্ষীয় ধ্রুবক:** একক ভরবিশিষ্ট দুটি বস্তুকণা একক দূরত্বে থেকে যে পরিমাণ বল দ্বারা পরস্পরকে আকর্ষণ করে তার সংখ্যাগত মানকে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে।

  SI পদ্ধতিতে $G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$; মাত্রা $[G] = [M^{-1}T^{-2}L^3]$
- **অভিকর্ষজ ত্বরণ:** বস্তুতে অভিকর্ষ বল কর্তৃক যে ত্বরণ উৎপন্ন হয় তাকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে। একে 'g' দ্বারা প্রকাশ করা হয়। SI পদ্ধতিতে একক ms^{-2} এবং এর মাত্রা সমীকরণ $[LT^{-2}]$।
- **মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র:** কোনো বস্তুর চারপাশে যে অঞ্চলব্যাপী এর মহাকর্ষীয় প্রভাব বজায় থাকে, অর্থাৎ অন্য কোনো বস্তু রাখা হলে সেটি আকর্ষণ বল লাভ করে, তাকে ঐ বস্তুর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র বলে।
- তাত্ত্বিকভাবে একটি বস্তুর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র অসীম পর্যন্ত বিস্তৃত।

- **মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য:** মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের যেকোনো বিন্দুতে একটি একক ভরের বস্তু স্থাপন করলে ঐ ভরের উপর যে বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ বিন্দুতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের তীব্রতা বলে।
  (i) SI পদ্ধতিতে একক Nkg^{-1}
  (ii) মাত্রা সমীকরণ $[LT^{-2}]$
  (ii) পৃথিবীর ক্ষেত্রে কোনো বিন্দুর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য আর ঐ বিন্দুতে g একই।
- **মহাকর্ষীয় বিভব:** অসীম দূর হতে একক ভরের কোনো বস্তুকে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয়, তাকে ঐ বিন্দুর মহাকর্ষীয় বিভব বলে।
  (i) মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে বিভব ঋণাত্মক।
  (ii) এটা একটা স্কেলার রাশি।
  (iii) অসীমে মহাকর্ষীয় বিভব 0 ধরা হয়।
  (iv) SI পদ্ধতিতে একক Jkg^{-1} এবং এর মাত্রা সমীকরণ $[L^2T^{-2}]$
- **বিভব পার্থক্য:** একক ভরের কোনো বস্তুকে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের এক বিন্দু হতে অন্য বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয়,তাকে ঐ দুই বিন্দুর মধ্যে মহাকর্ষীয় বিভব পার্থক্য বলে।
- **অভিকর্ষ কেন্দ্র:** কোনো বস্তুকে যেভাবেই রাখা হোক না কেন তার ওজন একটি বিন্দুর মধ্য দিয়ে বস্তুর ওপর সর্বদা ক্রিয়া করে। ঐ বিন্দুই হলো অভিকেন্দ্র বা ভারকেন্দ্র।
- **ভরকেন্দ্র:** বস্তুর কণাগুলোর সমস্ত ভরকে একটি মাত্র বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত মনে করলে ঐ বিন্দুর মধ্য দিয়েই সমস্ত কণার ওপর তাদের ভরের সমানুপাতিক ক্রিয়ারত সমান্তরাল বলসমূহের লব্ধি ক্রিয়া করে বলে বিবেচিত হয়। ঐ বিন্দুকে বস্তুর ভরকেন্দ্র বলে।
- **মুক্তিবেগ:** সর্বাপেক্ষা কম যে বেগে কোনো বস্তুকে ওপরের দিকে নিক্ষেপ করলে তা আর পৃথিবীতে ফিরে আসে না সেই বেগকে মুক্তিবেগ বলে।
- পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ $11.2\ kms^{-1}$ / $7\ miles^{-1}$.
- মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{2gR}$ [R = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, m = পৃথিবীর ভর]
- **v বেগে নিক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে:**
  (i) যদি $v^2 < \frac{v_e^2}{2}$ হয় অর্থাৎ, উৎক্ষেপণ বেগ $7.92\ kms^{-1}$ অপেক্ষা কম হয় তবে তা উপবৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করবে এবং ফিরে আসবে।
  (ii) যদি $v^2 = \frac{v_e^2}{2}$ হয় অর্থাৎ, উৎক্ষেপণ বেগ $7.92\ kms^{-1}$ হয় তবে বৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করতে থাকবে।
  (iii) $\frac{v_e^2}{2} < v^2 < v_e^2$ হলে অর্থাৎ, উৎক্ষেপণ বেগ $(7.92-11.2)\ kms^{-1}$ হয় তবে পৃথিবীকে ফোকাস রেখে উপবৃত্তাকার পথে প্রদক্ষিণ করবে।
  (iv) $v = v_e$ হলে অর্থাৎ, উৎক্ষেপণ বেগ মুক্তিবেগের সমান হয় তবে পরাবৃত্ত পথে পৃথিবী পৃষ্ঠ ছেড়ে যাবে এবং তা পৃথিবীর আকর্ষণ ক্ষেত্র অতিক্রম করে বাইরে চলে যাবে।
  (v) $v > v_e$ হয় অর্থাৎ, উৎক্ষেপণ বেগ মুক্তিবেগের থেকে বেশি হয় তবে অধিবৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে ছেড়ে চলে যায় এবং আর ফেরত আসে না।
- **উপগ্রহ:** যেসব বস্তু বা জ্যোতিষ্ক গ্রহের চারদিকে ঘোরে, তাদেরকে উপগ্রহ বলে।
- **স্বাভাবিক উপগ্রহ:** যেসব উপগ্রহ প্রাকৃতিক কারণে সৃষ্ট তাদেরকে স্বাভাবিক উপগ্রহ বলে।
- **কৃত্রিম উপগ্রহ:** যেসকল মহাশূন্যযান পৃথিবী থেকে নির্দিষ্ট উচ্চতায় তাদের নিজ নিজ কক্ষপথে থেকে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করছে তাদের কৃত্রিম উপগ্রহ বলে।
- **ভূ-স্থির উপগ্রহ:** কোনো কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল নিজ অক্ষের চারদিকে ঘূর্ণায়মান পৃথিবীর আবর্তনকালের সমান হলে পৃথিবীর সাপেক্ষে এটি স্থির থাকবে, এ ধরনের উপগ্রহকে ভূ-স্থির উপগ্রহ বলে।
- **পার্কিং কক্ষপথ:** যে উপগ্রহের পর্যায়কাল 24 ঘন্টা তার কক্ষপথকে পার্কিং কক্ষপথ বলে। কোনো কৃত্রিম উপগ্রহকে তার নির্দিষ্ট কক্ষপথে স্থাপনের পূর্বে উপগ্রহটিকে সাময়িকভাবে যে কক্ষপথে ঘোরানো হয় তাকে পার্কিং কক্ষপথ বলে।

◈ কেপলারের সূত্র অনুযায়ী:

(i) গ্রহের আবর্তনকাল এর ভরের ওপর নির্ভর করে না।

(ii) সূর্য থেকে গড় দূরত্ব যত কম হয় অর্থাৎ, গ্রহ সূর্যের যত নিকটে থাকে এর আবর্তনকাল তত কম হয়।

◈ মহাকর্ষ বলের প্রকৃতি:

(i) মহাকর্ষ বল বস্তু দুটির সংযোগ সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

(ii) মহাকর্ষ বল বস্তুদ্বয়ের মধ্যকার মাধ্যমের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে না।

(iii) G এর মান মাধ্যমের প্রকৃতি, উপাদান, কেলাসের দিকদর্শিতা, প্রবণতা, প্রবেশ্যতার উপর নির্ভর করে না।

◈ G এর মান ধীরে ধীরে কমতে থাকলে চন্দ্র ক্রমশ পৃথিবী থেকে দূরে সরতে থাকবে এবং গতিপথটি হবে spiral.

◈ অভিকর্ষজ ত্বরণের মান $45°$ অক্ষাংশে আদর্শ ধরা হয়।

◈ পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$kg
পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^{6}$m

◈ পৃথিবীর পৃষ্ঠে g এর মান বেশি।
মেরু অপেক্ষা বিষুব অঞ্চলে কম। পৃথিবীর কেন্দ্রে 0।

◈ মেরুতে $g = 9.82\text{ms}^{-2}$
বিষুব অঞ্চলে $g = 9.78\text{ ms}^{-2}$

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

➲ M ভর বিশিষ্ট এবং R ব্যাসার্ধের পৃথিবী পৃষ্ঠে অবস্থিত কোনো বস্তুর অভিকর্ষীয় ত্বরণঃ $g = \frac{GM}{R^2}$ । আবার ঘনত্বের সাপেক্ষে মান নির্ণয় করলে, $g = \frac{4}{3}\pi R\rho G$.

➲ অভিকর্ষজ ত্বরণের বিভিন্ন মান:

(i) ভূ-পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অবস্থিত কোনো স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = \frac{R^2}{(R+h)^2}g$

(ii) ভূ-পৃষ্ঠ হতে h গভীরতায় অবস্থিত কোনো স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = g\left(1 - \frac{h}{R}\right) = \frac{4}{3}G\pi(R - h)\rho$

(iii) λ অক্ষাংশে অবস্থিত ভূ-পৃষ্ঠের কোনো স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$; এখানে, ω = পৃথিবীর কৌণিক বেগ
বিষুব অঞ্চলে, $\lambda = 0°$; বিষুব অঞ্চলে, $g' = g - \omega^2 R(\cos 0°)^2 = g - \omega^2 R$
আবার, মেরু অঞ্চলে, $\lambda = 90°$; মেরু অঞ্চলে, $g' = g$

➲ মহাকর্ষীয় বিভব ও প্রাবল্য:

(i) বিভব, $V = \frac{-GM}{r}$ (ii) মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের তীব্রতা, $E = \frac{GM}{r^2}$ (iii) মহাকর্ষীয় বিভব, $U = \frac{GMm}{R}$

➲ মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে অন্য একটি বিন্দুর দূরত্ব r হলে এবং সেই বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব V ও মহাকর্ষীয় প্রাবল্য E হলে, $E = -\frac{dV}{dr}$

◆ নিরেট ও ফাঁপা গোলকের বিভিন্ন অবস্থানে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য ও বিভব:

অবস্থান	প্রাবল্যের মান	বিভব
নিরেট বা ফাঁপা গোলকের বাহিরে	$E = \frac{GM}{r^2}$	$V = -\frac{GM}{r}$
নিরেট গোলকের ভিতরে	$E = \frac{GM}{a^3}r$	$V = -\frac{GM(3a^2 - r^2)}{2a^3}$
ফাঁপা গোলকের ভিতরে	0	$V = -\frac{GM}{a}$

এখানে, M = গোলকের ভর, a = গোলকের ব্যাসার্ধ এবং r = গোলকের কেন্দ্র হতে কোনো বিন্দুর দূরত্ব।

- মুক্তিবেগের রাশিমালা: $v_e = \sqrt{2gR} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$
- কৃত্রিম উপগ্রহ সংক্রান্ত সূত্রসমূহ:

(i) ভূ-পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় আবর্তনরত কোনো কৃত্রিম উপগ্রহের রৈখিক বেগ, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}}$; [যেহেতু $GM = gR^2$]।

উপগ্রহটি ভূ-পৃষ্ঠের খুব নিকটে অবস্থান করলে $R + h \approx R$ ধরা যায়, সেক্ষেত্রে, $v = \sqrt{\frac{gR^2}{R}} = \sqrt{gR}$

(ii) আবর্তনকাল T হলে রৈখিক বেগ, $v = \frac{2\pi}{T}(R + h)$

(iii) h উচ্চতায় আবর্তনরত উপগ্রহের আবর্তনকাল T হলে, $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$

(iv) কৃত্রিম উপগ্রহটি m ভরবিশিষ্ট এবং এর বেগ v হলে, কাক্ষিক গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mv^2$

(v) কার্যকর স্যাটেলাইটের স্থিতিশক্তি E_p এবং গতিশক্তি E_k হলে, $E_p = \frac{-GMm}{r} = -2E_k = 2E_{Total}$

(vi) $|E_k| = |E_{Total}| = \left|\frac{E_p}{2}\right|$ এবং $E_{Total} = \frac{-GMm}{2r}$

- প্রয়োজনীয় মানসমূহ:

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4\times10^6$ m
মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.7\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}$
পৃথিবীর গড় ঘনত্ব, $\rho = 5.5\times10^3kgm^{-3}$; পৃথিবীর ভর, $M = 6\times10^{24}kg$; সূর্যের ভর $= 2\times10^{30}kg$

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও সমাধান

MCQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্ন ও সমাধান

01. অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর পরিবর্তনের কারণ– **[DB'22][Ans: d]**
(i) আহ্নিক গতি (ii) পৃথিবীর আকার
(iii) উচ্চতা ও গভীরতা
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

02. সূর্য হতে পৃথিবীর দূরত্ব কমে গেলে বছরে দিনের সংখ্যা– **[DB'22]**
(a) কমবে (b) বাড়বে
(c) একই থাকবে (d) অসীম হবে
সমাধান: (a); $T^2 \propto R^3$

03. মহাকর্ষীয় বিভবের মান – **[DB'22]**
(i) সর্বোচ্চ হয় অসীমে (ii) সর্বোচ্চ পরিমাণ শূন্য
(iii) ঋণাত্মক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (d); $V_G = -\frac{GM}{r}$

04. ভূ-পৃষ্ঠের কাছাকাছি বৃত্তাকার পথে পরিভ্রমণরত কোনো উপগ্রহকে অতিরিক্ত কত বেগ দিলে সেটি পৃথিবীর আকর্ষণ ছাড়িয়ে চলে যাবে? **[RB'22]**
(a) 10.8 kms^{-1} (b) 9.2 kms^{-1}
(c) 7.8 kms^{-1} (d) 3.25 kms^{-1}
সমাধান: (d); $\Delta v = v_e - v = \sqrt{\frac{2GM}{R}} - \sqrt{\frac{GM}{R}}$
$= 3.25\ kms^{-1}$

05. মুক্তিবেগ নিচের কোনটির উপর নির্ভর করে? **[RB'22][Ans:a]**
(a) গ্রহের ব্যাসার্ধ (b) বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব
(c) অতিবাহিত সময় (d) বস্তুর ভর

06. ভর ধ্রুব রেখে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ দ্বিগুণ করা হলে কোনো বস্তুর ওজন হবে – **[RB'22]**
(a) এক-চতুর্থাংশ (b) অর্ধেক
(c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ
সমাধান: (a); $W \propto g$ এবং $g \propto \frac{1}{R^2}$ $\therefore g' = \frac{R^2}{(2R)^2}g = \frac{1}{4}g$

07. পৃথিবীতে মুক্তিবেগ নির্ভর করে– **[Ctg.B'22]**
(a) বস্তুর ভরের উপর (b) পৃথিবীর ব্যাসার্ধের উপর
(c) বস্তুর ব্যাসার্ধের উপর
(d) পৃথিবী ও বস্তুর দূরত্বের উপর
সমাধান: (b); $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

08. একটি গ্রহের ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধের অর্ধেক হলে ঐ গ্রহের পৃষ্ঠে g এর মান পৃথিবী পৃষ্ঠের g এর মানের- [Ctg.B'22]

(a) সমান (b) অর্ধেক (c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ

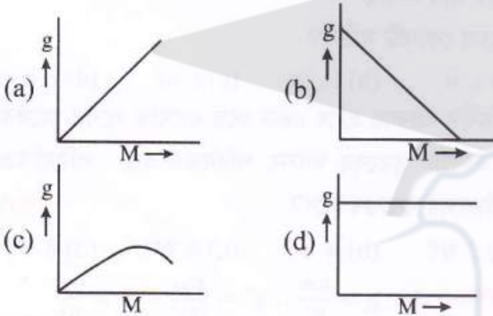
সমাধান: (c); $g_p = \frac{G\frac{M}{2}}{\left(\frac{R}{2}\right)^2} = 2 \times \frac{GM}{R^2} = 2g$

09. কত অক্ষাংশে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সবচেয়ে কম? [Ctg.B'22]

(a) 0° (b) 30° (c) 45° (d) 90°

সমাধান: (a); $g_\lambda = \frac{GM}{R^2} - \omega^2 R\cos^2\lambda; \lambda = 0°$ এর জন্য, g_λ সর্বনিম্ন।

10. কোনো একটি কাল্পনিক গ্রহের ব্যাসার্ধ ঠিক রেখে যদি এর ভর বৃদ্ধি পেতে থাকে তবে ঐ গ্রহের পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণ ও ভরের মধ্যে সম্পর্ক নিচের কোনো লেখচিত্র সমর্থন করে? [Ctg.B'22]



সমাধান: (a); $g \propto M$

11. গ্রহের পর্যায়কাল T এবং সূর্য হতে গ্রহের গড় দূরত্ব r হলে, কেপলারের তৃতীয় সূত্রানুসারে – [SB'22][Ans: d]

(a) $T \propto r$ (b) $T \propto r^2$ (c) $T^2 \propto r$ (d) $T^2 \propto r^3$

12. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 'R' এবং পৃথিবীতে অভিকর্ষজ ত্বরণ 'g' পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে 'h' উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ কত? [SB'22; CB'22][Ans: b]

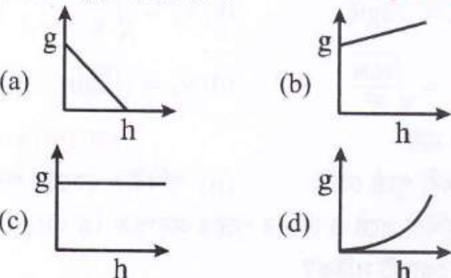
(a) $\frac{g(R-h)}{R}$ (b) $\frac{gR^2}{(R+h)^2}$ (c) $\frac{gR}{(R+h)}$ (d) $\frac{g(R-h)^2}{R^2}$

13. পৃথিবীতে মুক্তিবেগের মান কত? [SB'22]

(a) $11.2\ ms^{-1}$ (b) $1120\ ms^{-1}$
(c) $11.2\ kms^{-1}$ (d) $112\ kms^{-1}$

সমাধান: (c); $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = 11.2\ kms^{-1}$

14. অভিকর্ষজ ত্বরণ g বনাম ভূপৃষ্ঠ হতে গভীরতা h এর সঠিক লেখচিত্র নিচের কোনটি? [BB'22; DB'17]



সমাধান: (a); 'h' গভীরতায়, $g' = \left(1 - \frac{h}{R}\right)g$

15. ভূপৃষ্ঠ হতে যে গভীরতায় ও উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সমান হবে সেই গভীরতা ও উচ্চতার অনুপাত হবে প্রায়- [BB'22]

(a) 1 : 1 (b) 1 : 2 (c) 2 : 1 (d) 3 : 1

সমাধান: (c); 'h_1' গভীরতায়, $g' = \left(1 - \frac{h_1}{R}\right)g$ 'h_2' উচ্চতায়, $g' = \left(1 - \frac{2h_2}{R}\right)g$

প্রশ্নমতে, $1 - \frac{h_1}{R} = 1 - \frac{2h_2}{R} \Rightarrow h_1 = 2h_2 \therefore \frac{h_1}{h_2} = \frac{2}{1}$

16. মহাকর্ষীয় ধ্রুবক G =? [BB'22; All B'18][Ans: c]

(a) $66.7\times 10^{-12}\ Nmkg^{-2}$
(b) $6.67\times 10^{-11}\ Nm^{-2}kg^{-2}$
(c) $0.667\times 10^{-10}\ Nm^2kg^{-2}$
(d) $0.0667\times 10^{-9}\ Nm^{-2}kg^2$

17. বস্তুকে যেভাবেই রাখা হোক না কেন তার ওজন যে বিশেষ বিন্দুর মধ্য দিয়ে পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে ক্রিয়া করে তাকে কী বলে? [JB'22][Ans: a]

(a) অভিকর্ষ কেন্দ্র (b) অভিকর্ষ ত্বরণ
(c) মহাকর্ষ বল (d) মহাকর্ষ ক্ষেত্র প্রাবল্য

18. যদি কোনো গ্রহের ভর 2×10^{27} kg ও ব্যাসার্ধ 7×10^7 m হয় তবে ঐ গ্রহের মুক্তিবেগ কত? [$G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$] [JB'22]

(a) $30.8\ kms^{-1}$ (b) $43.66\ kms^{-1}$
(c) $61.7\ kms^{-1}$ (d) $5.17 \times 10^6\ kms^{-1}$

সমাধান: (c); $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

$= \sqrt{\frac{2\times6.673\times10^{-11}\times2\times10^{27}}{7\times10^7}} = 61.7\ kms^{-1}$

19. মহাকর্ষ সূত্র ব্যবহার করে যে সমস্ত কাজ করা সম্ভব – [JB'22][Ans: d]

(i) প্রাকৃতিক গ্যাস উত্তোলন (ii) বিভিন্ন খনিজ পদার্থ উত্তোলন
(iii) ভূ-গর্ভস্থ তাপঘটিত শক্তি উত্তোলন

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

20. মহাকর্ষ ক্ষেত্র প্রাবল্যের মাত্রার ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [JB'22][Ans: b]

(a) $[LT^{-1}]$ (b) $[LT^{-2}]$ (c) $[MLT^{-1}]$ (d) $[MLT^{-2}]$

21. R পৃথিবীর ব্যাসার্ধ হলে ভূ-পৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় g এর মান ভূ-পৃষ্ঠের মানের অর্ধেক হবে? [CB'22]

(a) 0.207 R (b) 0.414 R (c) 2 R (d) 4 R

সমাধান: (b); $\frac{g'}{g} = \frac{1}{2} \Rightarrow \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{R}{R+h} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$\Rightarrow \frac{R+h}{R} = \sqrt{2} \Rightarrow 1 + \frac{h}{R} = \sqrt{2} \Rightarrow \frac{h}{R} = \sqrt{2} - 1$

$\therefore h = 0.414 R$

22. কোনো সরল দোলককে নিরক্ষীয় অঞ্চল হতে মেরু অঞ্চলে আনলে দোলনকাল– **[CB'22]**
(a) সমান থাকবে (b) শূন্য হবে
(c) বাড়বে (d) কমবে
সমাধান: (d); $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$; নিরক্ষীয় অঞ্চল হতে মেরু অঞ্চলের দিকে গেলে g এর মান বৃদ্ধি পেতে থাকে।

23. নিরক্ষ রেখায় অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান g' হলে– **[CB'22]**
(a) $g' = 1 + \omega^2R$ (b) $g' = 1 - \omega^2R$
(c) $g' = g - \omega^2R$ (d) $g' = g + \omega^2R$
সমাধান: (c); $g' = g - \omega^2R\cos^2\lambda$; নিরক্ষ রেখায়, $\lambda = 0°$

24. পৃথিবীর ভর M এবং ব্যাসার্ধ R হলে পৃথিবীপৃষ্ঠে G/g এর অনুপাত হবে– **[CB'22][Ans: a]**
(a) $\frac{R^2}{M}$ (b) $\frac{M}{R^2}$ (c) $\frac{R}{M}$ (d) $\frac{M}{R}$

25. একটি কৃত্রিম উপগ্রহের কক্ষপথের উচ্চতার সমীকরণ – **[Din.B'22][Ans: a]**
(a) $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$ (b) $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^3 - R$
(c) $h = \left(\frac{4\pi^2}{GMT^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$ (d) $h = \left(\frac{4\pi^2}{GMT^2}\right)^3 - R$

26. একটি বস্তুর উৎক্ষেপণ বেগ কত হলে বস্তুটি পৃথিবীর চারিদিকে চাঁদের মতো উপগ্রহে পরিণত হবে? **[Din.B'22]**
(a) $11.2\ kms^{-1}$ (b) $7.88\ kms^{-1}$
(c) $5.7\ kms^{-1}$ (d) $3.24\ kms^{-1}$
সমাধান: (b); $v = \frac{v_e}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{GM}{R}} = 7.88\ kms^{-1}$

27. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R, পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে কোনো বিন্দুর দূরত্ব r এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর মধ্যে সম্পর্ক – **[MB'22][Ans: a]**
(i) $g \propto r$, যখন $r < R$ হয় (ii) $g \propto \frac{1}{r^2}$, যখন $r > R$ হয়
(iii) $g \propto \frac{1}{r}$, যখন $r = R$ হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

28. পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষীয় ত্বরণ $\frac{g}{4}$ হলে, কোনো বস্তু সেখানে তার ওজন হারাবে – **[MB'22]**
(a) 25% (b) 75% (c) 85% (d) 90%
সমাধান: (b); $\frac{W'}{W} = \frac{g'}{g} = \frac{\frac{g}{4}}{g} = \frac{g}{4} \times \frac{1}{g} = \frac{1}{4}$
$\Rightarrow W' = \frac{W}{4} \therefore \Delta W = \frac{W - W'}{W} \times 100\%$
$= \frac{W - \frac{W}{4}}{W} \times 100\% = 75\%$

28. মুক্তিবেগ- **[DB'19][Ans: c]**
(i) বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে
(ii) এর মান পৃথিবীপৃষ্ঠে $11.2\ kms^{-1}$
(iii) অভিকর্ষজ ত্বরণের ওপর নির্ভর করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

29. পৃথিবীর ভর M এবং ব্যাসার্ধ R হলে পৃথিবীপৃষ্ঠে $\frac{g}{G}$ -এর অনুপাত হবে- **[DB'19][Ans: c]**
(a) MR^2 (b) $\frac{R}{M}$ (c) $\frac{M}{R^2}$ (d) $\frac{M^2}{R}$

30. অভিকর্ষজ ত্বরণ g- এর পরিবর্তনের কারণ- **[RB'19][Ans: a]**
(i) পৃথিবীর আকার (ii) আহ্নিক গতি
(iii) বার্ষিক গতি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

31. পৃথিবীর আকার হঠাৎ ছোট হয়ে ব্যাসার্ধ পূর্বের অর্ধেক হলে অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের পরিবর্তন হবে। পরিবর্তিত মান পূর্বমানের কতগুণ হবে? **[RB'19]**
(a) 2 গুণ (b) 4 গুণ (c) 6 গুণ (d) 8 গুণ
সমাধান: (b); $g = \frac{Gm}{R^2} \therefore g' = \frac{Gm}{\left(\frac{R}{2}\right)^2} = 4 \times \frac{Gm}{R^2}$
$\therefore g' = 4\,g$

32. মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মাত্রা হলো- **[RB'19]**
(a) $M^{-1}L^2T^{-2}$ (b) $M^{-1}L^3T^{-2}$
(c) $M^{-1}L^{-1}T^{-2}$ (d) $M^{-1}LT^{-2}$
সমাধান: (b); $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2} \therefore [MLT^{-2}] = \frac{[G]\times[M^2]}{L^2}$
$\Rightarrow [G] = [M^{-1}L^3T^{-2}]$

33. অভিকর্ষীয় ত্বরণ ধ্রুবক হলে, কোনো বস্তুর মুক্তি-বেগের সাথে ওই গ্রহের ব্যাসার্ধের সম্পর্ক হচ্ছে- **[Ctg.B'19]**
(a) সমানুপাতিক (b) ব্যস্তানুপাতিক
(c) বর্গমূলের সমানুপাতিক (d) বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক
সমাধান: (c); $v_e = \sqrt{2gR} \Rightarrow v_e \propto \sqrt{R}$

34. মুক্তিবেগের সমীকরণ হলো– **[SB'19][Ans: a]**
(a) $v_e = \sqrt{2gR}$ (b) $v_e = \sqrt{\frac{GM}{R}}$
(c) $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R^2}}$ (d) $v_e = \sqrt{2gh}$

35. g -এর মান- **[SB'19][Ans: a]**
(i) পৃথিবী পৃষ্ঠে বেশি (ii) পৃথিবীর কেন্দ্রে শূন্য হয়
(iii) পৃথিবী পৃষ্ঠে ও চাঁদের পৃষ্ঠের অনুপাত 16 : 81
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

36. পৃথিবী পৃষ্ঠে কোনো বস্তুর ভর 60 kg হলে চাঁদে ওই বস্তুর ভর কত? [চাঁদের অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর $\frac{1}{6}$ গুণ।] [BB'19][Ans: c]
(a) 10 kg (b) 20 kg (c) 60 kg (d) 360 kg

37. ভূ-স্থির উপগ্রহের আবর্তনকাল– [CB'19][Ans: b]
(a) 1 ঘণ্টা (b) 24 ঘণ্টা (c) 30 ঘণ্টা (d) 36 ঘণ্টা

38. সূর্য থেকে পৃথিবীর দূরত্ব যদি বর্তমান দূরত্বের দুই-তৃতীয়াংশ হয় তবে এক বছরে দিনের সংখ্যা কত?
[পৃথিবীতে 1 বছর = 365 দিন] [CB'19]
(a) 108.15 দিন (b) 121.66 দিন
(c) 198.68 দিন (d) 243.33 দিন

সমাধান: (c); কেপলারের সূত্র অনুসারে, $\frac{R_2^3}{R_1^3} = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2$

$\Rightarrow \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{3}{2}} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow T_2 = \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{3}{2}} \times T_1$

$= 198.68$ দিন [$T_1 = 365$ দিন]

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোনো গ্রহের অভিকর্ষজনিত ত্বরণ $\frac{1}{5}$g এবং ব্যাসার্ধ $\frac{1}{4}$R। এখানে, g পৃথিবীর অভিকর্ষজনিত ত্বরণ এবং R পৃথিবীর ব্যাসার্ধ।

39. গ্রহটির মুক্তিবেগ কত? [Din.B'19]
(a) $0.56\ kms^{-1}$ (b) $0.74\ kms^{-1}$
(c) $2.50\ kms^{-1}$ (d) $5.60\ kms^{-1}$

সমাধান: (c); $v_e = \sqrt{2g'R'} = \sqrt{2 \times \frac{g}{5} \times \frac{R}{4}}$

$= \sqrt{\frac{9.8 \times 6.4 \times 10^6}{10}} = 2504.39ms^{-1} = 2.5kms^{-1}$

40. ভূ-স্থির উপগ্রহের ক্ষেত্রে- [Din.B'19][Ans: a]
(i) এর কক্ষপথ পৃথিবীর নিরক্ষীয় তলে অবস্থিত
(ii) পশ্চিম দিক থেকে পূর্বদিকে আবর্তন করে
(iii) পৃথিবীর মুক্তিবেগের সমান বেগে আবর্তন করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

41. পৃথিবী পৃষ্ঠে λ° অক্ষাংশের জন্য 'g'-এর সমীকরণ হবে-
[পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে M ও R] [Din.B'19][Ans: a]
(a) $g_\lambda = \frac{GM}{R^2} - \omega^2 R\cos^2\lambda$
(b) $g_\lambda = \frac{GM}{R^2} - \omega^2 R\cos\lambda$
(c) $g_\lambda = \frac{GM}{R^2} - \omega R\cos^2\lambda$
(d) $g_\lambda = \frac{GM}{R^2} - \omega R\cos\lambda$

42. মহাকর্ষীয় বিভবের ক্ষেত্রে- [All B'18][Ans: d]
(i) এটি স্কেলার রাশি
(ii) মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে এটি ঋণাত্মক
(iii) এর মাত্রা সমীকরণ L^2T^{-2}
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

43. পৃথিবী পৃষ্ঠ, পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে h উচ্চতায় ও পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে h গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ যথাক্রমে g, g_h ও g_{bh} হলে- [All B'18]
(a) $g_{bh} < g_h < g$ (b) $g_h < g_{bh} < g$
(c) $g_h > g_{bh} > g$ (d) $g_b > g > g_{bh}$

সমাধান: (b); $g_{bh} = \left(1 - \frac{h}{R}\right)g$, $g_h = \left(1 + \frac{h}{R}\right)^{-2} g$,
উভয়ক্ষেত্রে $h = 5km, R = 6400km$ বসিয়ে দেখা যায়, $g_{bh} > g_h$ এবং স্বভাবতই ভূপৃষ্ঠে g সর্বাধিক।

44. পার্কিং কক্ষপথ কোনটি? [DB'17; DB'16][Ans: c]
(a) যে পথে বিমান চলে (b) পোলার উপগ্রহের কক্ষপথ
(c) ভূ-স্থির উপগ্রহের কক্ষপথ (d) পৃথিবীর কক্ষপথ

45. ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভূ-পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের এক-তৃতীয়াংশ হবে? [R =পৃথিবীর ব্যাসার্ধ] [DB'17]
(a) $\frac{R}{4}$ (b) $\frac{R}{3}$ (c) $\frac{R}{2}$ (d) $\frac{2R}{3}$

সমাধান: (d); $g' = g\left(1 - \frac{h}{R}\right) \Rightarrow \frac{g}{3} = g\left(1 - \frac{h}{R}\right)$

$\Rightarrow \frac{h}{R} = 1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3} \Rightarrow \boxed{h = \frac{2R}{3}}$

46. 1kg ভরের দুটি বস্তুকে পরস্পর হতে 1m দূরে স্থাপন করলে তারা পরস্পরকে যে বল দ্বারা আকর্ষণ করে তার মান হল– [RB'17][Ans: d]
(a) 1N (b) $6.67 \times 10^{-7} Nm^2kg^{-2}$
(c) $6.67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$
(d) $6.67 \times 10^{-11} N$

47. কোনো একটি কাল্পনিক গ্রহের ভর এবং ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি করলে উক্ত গ্রহের পৃষ্ঠ হতে মুক্তিবেগ– [Ctg.B'17]
(i) বাড়তে পারে (ii) কমতে পারে
(iii) অপরিবর্তিত থাকতে পারে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

সমাধান: (d); $v_e = \sqrt{2gR} = \sqrt{2\frac{GM}{R^2} \cdot R} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

M ও R উভয়ই বাড়ানো হলেও, যেকোনো ঘটনাই ঘটতে পারে। M, R অপেক্ষা বেশি বাড়ানো হলে, V_e বাড়বে। M, R অপেক্ষা কম বাড়ানো হলে, V_e কমবে। একই অনুপাতে M, R বাড়ানো হলে অপরিবর্তিত থাকবে।

48. পৃথিবীর ঘূর্ণন না থাকলে পৃথিবীপৃষ্ঠের কোনো স্থানে বস্তুর ওজন– [Ctg.B'17][Ans: a]
(a) বৃদ্ধি পাবে (b) শূন্য হবে
(c) অসীম হবে (d) অপরিবর্তিত থাকবে

49. ভূ-পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় পৃথিবীকে প্রদক্ষিণরত কোনো কৃত্রিম উপগ্রহের বেগ– [SB'17][Ans:d]
(a) $v = \frac{GM}{R+h}$ (b) $v = \frac{GM}{(R+h)^2}$
(c) $v = \frac{GM^2}{R+h}$ (d) $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

50. মঙ্গল গ্রহের পৃষ্ঠে $g = 3.8\ ms^{-2}$ এবং এর ব্যাসার্ধ 3×10^3km. মঙ্গল পৃষ্ঠে মুক্তিবেগ কত হবে?
(a) $4.0 kms^{-1}$ (b) $4.8 kms^{-1}$
(c) $7.8 kms^{-1}$ (d) $11.0 kms^{-1}$
সমাধান: (b); $v_e = \sqrt{2gR} = 4.8\ kms^{-1}$

51. মহাকর্ষীয় বিভবের ক্ষেত্রে– [SB'17][Ans: a]
(i) $V = -\frac{GM}{r}$ (ii) এর একক Jkg^{-1}
(iii) এটি একটি ভেক্টর রাশি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

52. কেপলারের ৩য় সূত্রের নাম কোনটি? [BB'17][Ans: c]
(a) কক্ষপথের সূত্র (b) ক্ষেত্রফলের সূত্র
(c) পর্যায়কালের সূত্র (d) হারমোনিক সূত্র

53. কোনো বস্তুকে মুক্তিবেগের কতগুণ বেগে নিক্ষেপ করলে কৃত্রিম উপগ্রহে পরিণত হবে? [BB'17][Ans: a]
(a) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ve (b) $\frac{1}{2}$ ve (c) $\sqrt{2}$ ve (d) 2 ve

54. অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের পরিবর্তন ঘটে–[JB'17][Ans: b]
(i) উচ্চতার জন্য (ii) পৃথিবীর কক্ষপথের ঘূর্ণনের জন্য
(iii) পৃথিবীর নিজ অক্ষে ঘূর্ণনের জন্য
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

55. R ও 4R ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তাকার কক্ষপথে প্রদক্ষিণরত দুটি কৃত্রিম উপগ্রহের পর্যায়কালের অনুপাত হবে– [JB'17]
(a) 8: 1 (b) 4: 1 (c) 1: 4 (d) 1: 8
সমাধান: (d); $T \propto r^{\frac{3}{2}}\ \therefore \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{R}{4R}\right)^{\frac{3}{2}} = \frac{1}{8}$

56. G -এর মাত্রা কোনটি? [CB'17][Ans: d]
(a) $L^3 T^{-2} M^2$ (b) $L^2 T^{-2} M^{-1}$
(c) $L^3 T^{-2} M^{-2}$ (d) $L^3 T^{-2} M^{-1}$

57. মেরু অপেক্ষা বিষুবীয় অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ কতটা কম? [CB'17]
(a) $\omega^2 R$ (b) ωR (c) $R\cos\theta$ (d) $\omega^2 R\cos\theta$
সমাধান: (a); বিষুব অঞ্চলে, $g' = g - \omega^2 R$; মেরুতে, $g'' = g\ \therefore$ পার্থক্য $= \omega^2 R$

58. কোনো বস্তুর মুক্তি বেগ নির্ভর করে – [CB'17][Ans: b]
(i) গ্রহের ব্যাসার্ধ উপর
(ii) অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর (iii) বস্তুর ভরের উপর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

59. পৃথিবীর ঘূর্ণন বন্ধ হলে বিষুব রেখায় g এর মান– [Din.B'17]
(a) বৃদ্ধি পাবে (b) হ্রাস পাবে
(c) একই থাকবে (d) শূন্য হবে
সমাধান: (a); বিষুবরেখায়, $g' = g - \omega^2 R$, ঘূর্ণন বন্ধ হলে, $\omega = 0 \therefore g' = g$

MCQ: বিভিন্ন লেখকের মূল বইয়ের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও সমাধান

প্রফেসর মোহাম্মদ ইস্‌হাক স্যার

01. কোনো স্থানের g-এর মান $9.832\ ms^{-2}$ হলে নিচের কোন উক্তিটি সঠিক?
(a) স্থানটি মেরু অঞ্চলে অবস্থিত
(b) স্থানটি 45° অক্ষাংশে অবস্থিত
(c) স্থানটি বিষুবীয় অঞ্চলে অবস্থিত
(d) স্থানটি সমুদ্রপৃষ্ঠে অবস্থিত
সমাধান: (a); বিভিন্ন অঞ্চলে g এর মান: বিষুব অঞ্চলে $= 9.780\ ms^{-2}$, ঢাকায় $= 9.7835\ ms^{-2}$, ক্রান্তীয় অঞ্চলে $= 9.789\ ms^{-2}$, রাজশাহীতে $= 9.790\ ms^{-2}$, মেরুতে $= 9.832\ ms^{-2}$.

02. দুটি বস্তুর মধ্যে যে দূরত্ব আছে তা অর্ধেকে নেমে আসলে মহাকর্ষ বল —
(a) দ্বিগুণ কমে (b) দ্বিগুণ বাড়ে
(c) চারগুণ কমে (d) চারগুণ বাড়ে
সমাধান: (d); $F \propto \frac{1}{d^2} = \frac{1}{2^2} = \frac{1}{4}$.

03. নিচের কোনটি নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র- [Ans: b]
(a) $F = \frac{q_1 q_2}{d^2}$ (b) $F = \frac{Gm_1 m_2}{d^2}$
(c) $F = \frac{mq_1 q_2}{d^2}$ (d) $F = \frac{Gm_1 m_2}{d^3}$

04. গোলকের অভ্যন্তরে মহাকর্ষীয় বিভব কীরূপ হয়?
(a) বিভব শূন্য হয় (b) বিভব স্থির থাকে
(c) বিভব অসীম হয় (d) কোনোটিই নয়

সমাধান: (b); গোলকের অভ্যন্তরে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য 0। অসীমে মহাকর্ষীয় বিভব শূন্য ধরা হয়।

05. মহাকর্ষীয় প্রাবল্য E-এর রাশিমালা কোনটি? [Ans: b]
(a) $E = \frac{GM}{r}$ (b) $E = \frac{GM}{r^2}$
(c) $E = \frac{GM}{r^3}$ (d) $E = \frac{GM^2}{r}$

06. কোনো গ্রহের ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধের দ্বিগুণ হলে ঐ গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ হবে পৃথিবী পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের—
(a) দ্বিগুণ (b) সমান
(c) অর্ধেক (d) এক-চতুর্থাংশ
সমাধান: (c); $g' = \frac{GM'}{R'} = \frac{G.2M}{(2R)^2} = \frac{1}{2}\frac{GM}{R^2} = \frac{1}{2}g.$

07. R পৃথিবীর ব্যাসার্ধ হলে ভূ-পৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় g-এর মান শূন্য হবে?
(a) R (b) 2R (c) $\frac{R}{2}$ (d) 4R
সমাধান: (c); $g' = g\left(1 - \frac{2h}{R}\right) \Rightarrow 0 = g\left(1 - \frac{2h}{R}\right)$
$\Rightarrow 2h = R \therefore h = \frac{R}{2}.$

08. পৃথিবীর পৃষ্ঠে ও চাঁদের পৃষ্ঠে অভিকর্ষীয় ত্বরণের অনুপাত কত হবে? [Ans: d]
(a) 81 : 4 (b) 81 : 6 (c) 81 : 10 (d) 81 : 16

09. যদি পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6.4 \times 10^4$ m এবং ভূপৃষ্ঠে $g = 9.8$ ms^{-2} হয়, তাহলে পৃথিবীতে মুক্তি বেগের মান হবে- [Ans: b]
(a) 11.2 ms^{-1} (b) 1120 ms^{-1}
(c) 3100 ms^{-1} (d) 11.2 kms^{-1}

10. পৃথিবীর ঘনত্ব $\rho = ?$ [Ans: c]
(a) 5.5×10^{-2}kgm^{-3} (b) 5.5×10^{-3} kgm^{-3}
(c) 5.5×10^{3} kgm^{-3} (d) 5.5×10^{4} kgm^{-3}

11. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ অর্ধেক হলে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান কত হবে?
(a) 4.9 ms^{-2} (b) 9.8 ms^{-2}
(c) 9.6 ms^{-2} (d) 39.2 ms^{-2}
সমাধান: (d); $g' \propto \frac{1}{R^2} \Rightarrow \frac{1}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} = 4$ গুণ হবে g'
$\therefore g' = 4 \times g = 4 \times 9.8 = 39.2$ ms^{-2}.

12. কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ ওই বস্তুর ঘনত্বের—
(a) বর্গের সমানুপাতিক (b) সমানুপাতিক
(c) ব্যস্তানুপাতিক (d) উপর নির্ভরশীল নয়
সমাধান: (d); মুক্তিবেগ, $V_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{2gR}$।
মুক্তিবেগ অভিকর্ষজ ত্বরণ ও ব্যাসার্ধের উপর নির্ভরশীল।

13. পৃথিবীর কেন্দ্র হতে কোনো বিন্দুর দূরত্ব r হলে ($r < R$), অভিকর্ষজ ত্বরণ (g) এর মান নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক? (R = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ) [Ans: b]
(a) $g \propto \frac{1}{r}$ (b) $g \propto \frac{1}{r^2}$ (c) $g \propto r$ (d) $g \propto r^2$

14. একটি বস্তুর ভর 12 mg। পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে বস্তুটি কত বলে আকর্ষিত হবে?
(a) 1.180×10^{-4} N (b) 1.78 N
(c) 117.6×10^{-6} N (d) 1.18×10^{6} N
সমাধান: (c); $F = mg = (12 \times 10^{-6}\text{kg}) \times 9.8$
$= 117.6 \times 10^{-6}$ N.

15. গ্রহগুলোর গতিপথ উপবৃত্তাকার-এই সূত্রটি কোন বিজ্ঞানীর?
(a) টলেমী (b) কেপলার [Ans: b]
(c) পিথাগোরাস (d) গ্যালিলিও

16. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ হ্রাস পেলে g- এর মান— [Ans: b]
(a) হ্রাস পাবে (b) বৃদ্ধি পাবে
(c) অপরিবর্তিত থাকবে (d) শূন্য হবে

17. g- এর মান সর্বাধিক কোথায়? [Ans: a]
(a) মেরুতে (b) বিষুব
(c) ভূ-কেন্দ্রে (d) পাহাড়ের চূড়ায়

18. সূর্য থেকে পৃথিবীর গড় দূরত্ব কমে গেলে বছরের দৈর্ঘ্য—
(a) কমে যাবে (b) বেড়ে যাবে
(c) স্থির হবে (d) অসীম হবে
সমাধান: (a); কেপলারের সময়ের সূত্রমতে, $t^2 \propto a^3$ $\therefore$ a কমলে t কমবে।

19. একটি কক্ষপথে আবর্তনরত দুটি উপগ্রহের একটির ভর অন্যটির দ্বিগুণ হলে ভারী উপগ্রহের আবর্তন কাল অপরটির— [Ans: a]
(a) সমান (b) অর্ধেক (c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ

20. 2 kg ভরের কোনো বস্তু হতে 2 m দূরে কোনো বিন্দুর মহাকর্ষীয় বিভব কত?
[$G = 6.673 \times 10^{-11}$ Nm^{2}kg^{-2}]
(a) -6.673×10^{-11} Jkg^{-1}
(b) -3.3365×10^{-11} Jkg^{-1}
(c) 6.673×10^{-11} Jkg^{-1}
(d) 3.3365×10^{-11} Jkg^{-1}
সমাধান: (a); $v = -\frac{Gm}{r} = -\frac{G \times 2}{2} = -G$
$= -6.673 \times 10^{-11}$Jkg^{-1}.

21. ভূপৃষ্ঠে কোনো বস্তুর ভর 50 kg হলে চাঁদে ভর কত? [Ans: c]
(a) 400 kg (b) 980 kg (c) 50 kg (d) শূন্য

22. R ও 4R ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তাকার কক্ষপথে প্রদক্ষিণরত দুটি কৃত্রিম উপগ্রহের পর্যায়কালের অনুপাত হবে–
(a) 8 : 1 (b) 4 : 1 (c) 1 : 4 (d) 1 : 8
সমাধান: (d); $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{R_1^3}{R_2^3}} = \sqrt{\frac{R^3}{64R^3}} = 1:8.$

23. পৃথিবীর ঘূর্ণন না থাকলে পৃথিবী পৃষ্ঠের কোনো স্থানে বস্তুর ওজন–
(a) বৃদ্ধি পাবে (b) শূন্য হবে
(c) অসীম হবে (d) অপরিবর্তিত থাকবে
সমাধান: (a); ঘূর্ণনের কারনে, বিষুবরেখায় $g' = g - \omega^2R$। ঘূর্ণন না থাকলে $g' = g$ অর্থাৎ ওজন বৃদ্ধি পাবে।

24. একক ভরের দুটি বস্তুকণা একক দূরত্বে যে বল দ্বারা পরস্পরকে আকর্ষণ করে সেটি হলো- [Ans: b]
(a) অভিকর্ষজ ত্বরণ (b) মহাকর্ষীয় ধ্রুবক
(c) একক বল (d) প্লাঙ্কের ধ্রুবক

25. চন্দ্র ও পৃথিবীর দূরত্ব যদি দ্বিগুণ হয় তবে তাদের মধ্যে মহাকর্ষ বল পূর্বের তুলনায়- [Ans: b]
(a) দ্বিগুণ হবে (b) চার ভাগের এক ভাগ
(c) অর্ধেক হবে (d) চারগুণ হবে

26. অভিকর্ষজ ত্বরণ 'g' এর বেলায় সঠিক নয় কোনটি? [Ans: d]
(a) পৃথিবীর কেন্দ্রে g এর মান শূন্য
(b) বিষুবীয় অঞ্চলে g এর মান $9.78\ ms^{-2}$
(c) অক্ষাংশ বাড়লে g বাড়ে
(d) মেরু অঞ্চলে g এর মান সবচেয়ে কম

27. ভূ-পৃষ্ঠ হতে অল্প উচ্চতায় এবং ভূ-পৃষ্ঠের সমান্তরালে একটি নভোযান কত দ্রুতিতে চললে যাত্রীরা ওজনহীনতা অনুভব করবে? ($R = 6400$ km) [Ans: a]
(a) $7.9\ kms^{-1}$ (b) $7.1\ kms^{-1}$
(c) $3.5\ kms^{-1}$ (d) $3.1\ kms^{-1}$

28. পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ উভয়ই অর্ধেক করা হলে 1 বছরে কত দিন হবে? [Ans: d]
(a) 365 দিন (b) 730 দিন
(c) 1460 দিন (d) 2920 দিন

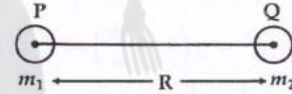
29. পৃথিবীর প্রদক্ষিণরত একটি কৃত্রিম উপগ্রহের গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তির অনুপাত- [Ans: a]
(a) 1: 2 (b) $1: \sqrt{2}$ (c) 2: 1 (d) $\sqrt{2}: 1$

30. প্রতিটি গ্রহের পর্যায়কালের বর্গ সূর্য হতে ওই গ্রহের গড় দূরত্বের ঘনফলের সমানুপাতিক। নিচের কোন বিজ্ঞানী সূত্রটির প্রবক্তা? [Ans: d]
(a) টলেমি (b) কোপার্নিকাস
(c) টাইকো ব্রাহে (d) কেপলার

31. পৃথিবীর ঘূর্ণন হঠাৎ থেমে গেলে মেরু বিন্দুতে বস্তুসমূহের ভর হবে- [Ans: c]
(a) কম (b) সর্বোচ্চ
(c) পূর্বের ন্যায়
(d) অক্ষাংশের সাথে পরিবর্তিত হয়

32. নিম্নের বিবৃতিগুলি লক্ষ্য কর- [Ans: d]
(i) দুটি বস্তুর মধ্যে আকর্ষণ বল তাদের মধ্যকার দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক
(ii) মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব সময়ের বর্গের সমানুপাতিক
(iii) সূর্যের চারদিকে প্রতিটি গ্রহের আবর্তনকালের বর্গ সূর্য থেকে ওই গ্রহের কক্ষপথের অর্ধপরাক্ষের ঘনফলের সমানুপাতিক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) ii (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের চিত্র ও তথ্য থেকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



চিত্রে P ও Q বস্তুদ্বয়ের ভর যথাক্রমে m_1 ও m_2 এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব R। এদের মধ্যকার আকর্ষণ বল F হলে-

33. মধ্যবর্তী দূরত্ব R -এর মান দ্বিগুণ করা হলে আকর্ষণ বলের মান F′ পূর্বের মানের কত গুণ হবে? [Ans: b]
(a) এক-তৃতীয়াংশ (b) এক-চতুর্থাংশ
(c) অর্ধেক (d) দুই-তৃতীয়াংশ

ড. শাহজাহান তপন স্যার

01. কোনো বস্তুকে বিষুবীয় অঞ্চল থেকে মেরু অঞ্চলের দিকে নিয়ে গেলে এর ওজন কী হয়? [Ans: a]
(a) বাড়তে থাকে (b) কমতে থাকে
(c) একই থাকে (d) কোনোটিই নয়

02. নিচের কোনটি মহাকর্ষীয় বিভবের একক নির্দেশ করে? [Ans: a]
(a) $Nmkg^{-1}$ (b) Jkg
(c) kgJ^{-1} (d) $Nm^{-1}kg^{-1}$

03. গাছের একটি আপেল পৃথিবীকে f বলে আকর্ষণ করছে। পৃথিবী আপেলকে F বলে আকর্ষণ করছে। সুতরাং– [Ans: c]
(a) $F \gg f$ (b) $F > f$ (c) $F = f$ (d) $F < f$

04. পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে মুক্তিবেগ $11.2\ kms^{-1}$। যে গ্রহের ব্যাসার্ধ পৃথিবীর দ্বিগুণ কিন্তু গড় ঘনত্ব পৃথিবীর সমান তার পৃষ্ঠ থেকে মুক্তিবেগ হবে –
(a) $5.6\ kms^{-1}$ (b) $11.2\ kms^{-1}$
(c) $15.83904\ kms^{-1}$ (d) উপরের কোনোটিই নয়
সমাধান: (c); $V = \sqrt{2g \times 2R} = \sqrt{2} \times \sqrt{2gR} = \sqrt{2} \times 11.2 = 15.83\ kms^{-1}$.

05. দুটি উপগ্রহ একই বৃত্তাকার কক্ষপথে আবর্তনরত। অবশ্যই তাদের – **[Ans: d]**

(a) ভর সমান (b) কৌণিক ভরবেগ সমান
(c) গতিশক্তি সমান (d) দ্রুতি সমান

06. চাঁদের বায়ুশূন্য স্থানে স্থিরাবস্থা থেকে একটি পালক ও একটি সীসার বলকে ফেলা হলো। পালকের ত্বরণ হবে- **[Ans: b]**

(a) সীসার বলের চেয়ে বেশি (b) সীসার বলের সমান
(c) সীসার বলে চেয়ে কম (d) $9.8\ ms^{-2}$

07. সর্বনিম্ন কত বেগে ভূ-পৃষ্ঠ হতে m ভরের একটি বস্তুকে উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে তা আর কখনো ফিরে আসবে না? **[Ans: a]**

(a) $\sqrt{2gR}$ (b) $\sqrt{2GR}$ (c) gR (d) $2\sqrt{gR}$

08. কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল- **[Ans: a]**

(a) $T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}}$ (b) $T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^2}{GM}}$
(c) $T = 2\pi\sqrt{\frac{GM}{R+h}}$ (d) $T = 2\pi\sqrt{\frac{GM}{(R+h)^2}}$

09. ভূ-পৃষ্ঠে একজন লোক 3 m লাফাতে পারে। চন্দ্রপৃষ্ঠে কত উঁচুতে লাফাতে পারবে?

(a) 3 m (b) 6 m (c) 9 m (d) 18 m

সমাধান: (d); $h_1g_1 = h_2g_2 \Rightarrow h_2 = \frac{h_1g_1}{g_2}$
$= \frac{3\times9.8}{\frac{9.8}{6}} = 18$ m.

10. সূর্যের ভরের সঠিক সমীকরণ কোনটি? **[Ans: c]**

(a) $M = \frac{4\pi r^3}{GT^2}$ (b) $M = \frac{4\pi r^2}{GT^2}$
(c) $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$ (d) $M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^3}$

11. কোনটি পৃথিবীর ভরের সঠিক সূত্র? **[Ans: c]**

(a) $M = \frac{gR^2}{G^2}$ (b) $M = \frac{GR^2}{g}$
(c) $M = \frac{gR^2}{G}$ (d) $M = \frac{g^2R}{G}$

12. ভূ-পৃষ্ঠ হতে 1000 km উঁচুতে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান কত? পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km।

(a) $3.8\ ms^{-2}$ (b) $7.33\ ms^{-2}$
(c) $8.1\ ms^{-2}$ (d) $9.8\ ms^{-2}$

সমাধান: (b); $g' = g\left(\frac{R}{R+h}\right)^2 \Rightarrow 9.8\left(\frac{6400}{7400}\right)^2$
$\Rightarrow g' = 7.33\ ms^{-2}$

13. একটি গ্রহের ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের দ্বিগুণ। উক্ত গ্রহের অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের আটগুণ। উক্ত গ্রহের মুক্তিবেগ পৃথিবীর মুক্তিবেগের তুলনায় কতগুণ তা নির্ণয় কর।

(a) 2 গুণ (b) 4 গুণ (c) 8 গুণ (d) 16 গুণ

সমাধান: (b); $v_e' = \sqrt{2.8g.2R} = 4\sqrt{2gR} = 4$গুণ।

14. দুটি কণার মধ্যে মহাকর্ষ বলের মান কেমন পরিবর্তন হবে যদি একটি কণার ভর পূর্বের দ্বিগুণ, অন্য কণার ভর তিনগুণ করা হয় এবং একই সাথে তাদের মাঝের দূরত্ব দ্বিগুণ করা হয়?

(a) পূর্বের সমান থাকবে (b) পূর্বের তিনগুণ হবে
(c) পূর্বের দ্বিগুণ হবে (d) পূর্বের দেড়গুণ হবে

সমাধান: (d); $F' = G.\frac{2M_1 3M_2}{(2d)^2} = \frac{6}{4}G\frac{M_1M_2}{d^2} = 1.5$ গুণ।

15. কোনো একটি গ্রহের ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের অর্ধেক। কিন্তু গ্রহের পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর অভিকর্ষের ত্বরণের চারগুণ। উক্ত গ্রহের মুক্তিবেগ পৃথিবীর মুক্তিবেগের- **[Ans: d]**

(a) দ্বিগুণ (b) চারগুণ
(c) আটগুণ (d) কোনোটিই নয়

16. নিচের কোন স্থানে পৃথিবীর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের তীব্রতা সর্বাধিক? **[Ans: c]**

(a) পৃথিবীর কেন্দ্রে (b) বিষুবীয় অঞ্চলে
(c) মেরু অঞ্চলে (d) উপরের কোনোটিই নয়

17. অনুভূমিক বরাবর অভিকর্ষজ ত্বরণের মান কত? **[Ans: a]**

(a) শূন্য (b) $9.8\ ms^{-2}$
(c) $-9.8\ ms^{-2}$ (d) অসীম

18. মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্যের মাত্রা কোনটি? **[Ans: d]**

(a) MLT^{-2} (b) L^2T^{-2} (c) LT^{-1} (d) LT^{-2}

19. দুটি বস্তুর ক্রিয়াশীল মহাকর্ষ বলের ক্ষেত্রে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক- **[Ans: b]**

(a) স্থানভেদে পরিবর্তনশীল
(b) ভর নিরপেক্ষ
(c) দূরত্বের উপর নির্ভরশীল
(d) এটি একটি ভেক্টর রাশি

20. ভূ-পৃষ্ঠে মুক্তিবেগ $11.2\ kms^{-1}$ কোনো গ্রহের ব্যাসার্ধ যদি পৃথিবীর ব্যাসার্ধের দ্বিগুণ হয় এবং ভর পৃথিবীর ভরের আটগুণ হয় তবে সেখানে মুক্তিবেগ কত? **[Ans: c]**

(a) $89.6\ kms^{-1}$ (b) $11.2\ kms^{-1}$
(c) $22.4\ kms^{-1}$ (d) $44.8\ kms^{-1}$

21. গ্রহের গতির ক্ষেত্রে- "একটি নক্ষত্র থেকে গ্রহকে সংযোগকারী সরলরেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে।"- এটি কোন নীতির সরাসরি ফল? **[Ans: c]**

(a) শক্তির সংরক্ষণ নীতি (b) ভরবেগের সংরক্ষণ নীতি
(c) কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ নীতি
(d) ভরের সংরক্ষণ নীতি

22. নিচের কোন তথ্যটি সঠিক? **[Ans: c]**

(a) নিরক্ষীয় অঞ্চলে g-এর মান সর্বাধিক
(b) পৃথিবীর অভ্যন্তরে g-এর মান বাড়ে
(c) নিরক্ষীয় অঞ্চলে g-এর মান সর্বনিম্ন
(d) মেরু অঞ্চলে g- এর মান সর্বনিম্ন

23. মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র-প্রাবল্য হচ্ছে- [Ans: d]
(i) দূরত্বের সাপেক্ষে মহাকর্ষীয় বিভবের হ্রাসের হার
(ii) $-\vec{\nabla}v$
(iii) মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র-প্রাবল্য হচ্ছে একক ভরের ওপর ক্রিয়াশীল বল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

ড. তফাজ্জল হোসেন স্যার

01. দুটি একই রকম বস্তুর মধ্যকার পারস্পরিক আকর্ষণ বল F; যদি প্রতিটি বস্তুর ভর দ্বিগুণ এবং দূরত্ব অর্ধেক করা হয়; তবে পারস্পরিক আকর্ষণ বল হবে —
(a) 16F (b) 4F (c) F (d) F/2
সমাধান: (a); $F' = G\frac{m_1' m_2'}{d'^2} = G\frac{2m \cdot 2m}{(d/2)^2} = 16G\frac{m_1 m_2}{d^2} = 16F.$

02. দুটি বিন্দু ভরের বস্তু যখন পরস্পরের D দূরত্বে থাকে, তখন পরস্পরকে F বলে আকর্ষণ করে। তাদের মধ্যকার এই আকর্ষণ বল $\frac{1}{3}$F হলে দূরত্ব হবে—
(a) $\frac{1}{3}$D (b) $D\sqrt{3}$ (c) 3D (d) 9D
সমাধান: (b); $F \propto \frac{1}{D^2} \therefore \frac{F_2}{F_1} = \frac{D_1^2}{D_2^2} \Rightarrow \frac{\frac{1}{3}F_1}{F_1} = \frac{D_1^2}{D_2^2}$
$\Rightarrow D_2^2 = 3D_1^2 \Rightarrow D_2 = \sqrt{3}D_1.$

03. একটি গ্রহের ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের দ্বিগুণ কিন্তু ভর অর্ধেক। ঐ গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ-
(a) g (b) $\frac{1}{2}$g (c) $\frac{1}{4}$g (d) $\frac{1}{8}$g
সমাধান: (d); $g = \frac{GM}{R^2} = \frac{G\frac{M}{2}}{(2R)^2} = \frac{1}{8}\frac{GM}{R^2}.$

04. 1 kg ভরের দুটি বিন্দু ভর যখন পরস্পর হতে D দূরত্বে থাকে তখন তারা পরস্পরকে F বলে আকর্ষণ করে। এখন যদি প্রত্যেকটির ভর 1 kg করে বাড়ানো হয় তবে পরস্পরের আকর্ষণ বল হবে—
(a) F (b) 2F (c) 3F (d) 4F
সমাধান: (d); $F = \frac{1\times1\times G}{D^2} = \frac{G}{D^2}$
$F' = \frac{2\times2\times G}{D^2} = 4\frac{G}{D^2} = 4F.$

05. মহাকাশযানে ওজন শূন্যতার অনুভূতি কেন হয়? [Ans: b]
(a) জড়তা হীনতার কারণে
(b) অভিকর্ষজ ত্বরণ হীনতার কারণে
(c) মহাশূন্যে মহাকাশযানের মুক্তভাবে পড়ার কারণে
(d) মহাকর্ষ বলের কারণে

06. পৃথিবীর ভরের 2 গুণ এবং ব্যাসার্ধের 3 গুণ বিশিষ্ট কোনো বস্তুর ওজন পৃথিবীর ওজনের কত গুণ হবে?
(a) 1.1 (b) 2.2 (c) 4.4 (d) 0.22
সমাধান: (d); $g' = \frac{G.2M}{9R^2} = \frac{2}{9}\frac{GM}{R^2} = \frac{2}{9}g = 0.22\,g.$

07. যদি পৃথিবীর পরিধি 2 গুণ হয় কিন্তু ভর একই থাকে, তাহলে অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর মান কত হবে?
(a) g/2 (b) g/4 (c) 2g (d) 4g
সমাধান: (b); পরিধি 2 গুণ মানে ব্যাসার্ধও 2 গুণ।
$\therefore g = \frac{GM}{r^2} \therefore g \propto \frac{1}{r^2}.$

08. m ভরের একজন নভোচারী একটি নভোযানে থাকা অবস্থায় নভোযানটি ভূপৃষ্ঠ হতে 4g ত্বরণে ঊর্ধ্বমুখী যাত্রা করে। এতে নভোযানটি যে বলে নভোচারীকে ধাক্কা দিবে তা হল–
(a) mg (b) 3mg (c) 4mg (d) 5mg
সমাধান: (d); $F = m.(4g + g) = 5mg.$

09. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 5 গুণ করে g এর মান স্থির রাখতে হলে ঘনত্ব কতগুণ করতে হবে?
(a) 5 (b) $\frac{1}{5}$ (c) $\frac{1}{\sqrt{5}}$ (d) $\frac{1}{25}$
সমাধান: (b); $g = \frac{4}{3}\pi RG\rho$
ঘনত্ব এবং ব্যাসার্ধ পরস্পর ব্যস্তানুপাতিক।
সুতরাং ব্যাসার্ধ 5 গুণ হলে ঘনত্ব $\frac{1}{5}$ গুণ করতে হবে।

10. m ভরের একটি কৃত্রিম উপগ্রহ ভূপৃষ্ঠে হতে R উচ্চতায় ঘুরছে। যদি মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য g এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R হয়, তবে ঐ কৃত্রিম উপগ্রহের গতিশক্তি নির্ণয় কর।
(a) $\frac{mgR}{4}$ (b) $\frac{mgR}{2}$ (c) $\frac{mgR}{3}$ (d) mgR
সমাধান: (a); $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{gR^2}{2R}} = \sqrt{\frac{gR}{2}}$
গতিশক্তি, $= \frac{1}{2}m \times \frac{gR}{2} = \frac{mgR}{4}.$

11. A গ্রহের ব্যাসার্ধ ও ঘনত্ব B গ্রহের ব্যাসার্ধ ও ঘনত্বের তুলনায় যথাক্রমে দ্বিগুণ ও এক- তৃতীয়াংশ হলে, $g_A : g_B$ কত হবে?
(a) 3: 2 (b) 4: 3 (c) 3: 4 (d) 2: 3
সমাধান: (d); $g = \frac{4}{3}\pi RG\rho \Rightarrow \frac{g_A}{g_B} = \frac{2R\times\frac{\rho}{3}}{R\times\rho} = 2:3.$

12. একটি বস্তুকে সোজা উপরের দিকে v বেগে নিক্ষেপ করলে বস্তুটি পৃথিবীর আকর্ষণ হতে মুক্তি পায়। যদি বস্তুটিকে অনুভূমিকের সাথে 45° কোণে নিক্ষেপ করা হয়, তবে মুক্তিবেগ হবে—
(a) 2v (b) $\sqrt{2v}$ (c) v (d) $\frac{v}{\sqrt{2}}$
সমাধান: (c); মুক্তিবেগ নিক্ষেপণ কোণের উপর নির্ভর করে না।

13. অভিকর্ষজ ত্বরণ 'g' এর মান সবচেয়ে কম– [Ans: b]
(a) ভূপৃষ্ঠে (b) ভূ-কেন্দ্রে
(c) মেরু অঞ্চলে (d) বিষুবীয় অঞ্চলে

14. খাড়া উপরের দিকে 'g' এর মান– [Ans: c]
(a) শূন্য (b) $9.8\ ms^{-2}$
(c) $-9.8\ ms^{-2}$ (d) কোনোটিই নয়

15. কোন বস্তুর ওজন কয়লাখনি সমুদ্রপৃষ্ঠে ও পাহাড়ের চূড়ায় যথাক্রমে w_1, w_2 ও w_3 হলে- [Ans: a]
(a) $w_1 < w_2 > w_3$ (b) $w_1 = w_2 = w_3$
(c) $w_1 < w_2 < w_3$ (d) $w_1 > w_2 > w_3$

16. কোন গ্রহের ভর ও ব্যাসার্ধ যদি পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধের যথাক্রমে 6 গুণ ও 2 গুণ এবং পৃথিবীর মুক্তিবেগ v হলে ঐ গ্রহের মুক্তিবেগ হবে–
(a) v (b) $\sqrt{2}v$ (c) $\sqrt{3}v$ (d) $\sqrt{5}v$

সমাধান: (c); $V' = \sqrt{\frac{2GM'}{R'}} = \sqrt{\frac{2\times 6GM}{2R}}$

$= \sqrt{3} \times \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{3}V$

17. যদি পৃথিবীর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ বর্তমান ব্যাসার্ধের $\frac{1}{4}$ গুণ করা হয় তবে পৃথিবীর আবর্তনকাল হবে– [Ans: d]
(a) 4 গুণ (b) 8 গুণ (c) $\frac{1}{4}$ গুণ (d) $\frac{1}{8}$ গুণ

18. G এর একটি সুবিধাজনক একক হলো: [Ans: d]
(a) $kg.m/s^2$ (b) $N.s/m$
(c) $kg.m/s$ (d) $m^3/(kg.s^2)$

19. কোন বস্তুর ওজন নিম্নোক্ত কোন স্থানে সর্বনিম্ন হবে?
(a) উভয় মেরুতে (b) বিষুব অঞ্চলে
(c) পৃথিবীর কেন্দ্রে (d) দক্ষিণ মেরুতে

সমাধান: (c); পৃথিবীর কেন্দ্রে কোন বস্তুর ওজন শূন্য।

20. m_1 ও m_2 ভরের দুটি পরস্পরের উপর যথাক্রমে F_1 ও F_2 মহাকর্ষীয় বল প্রয়োগ করে। F_1 ও F_2 এর মধ্যে সম্পর্ক হবে? [Ans: a]
(a) $F_1 = F_2$ (b) $F_1 = -F_2$
(c) $F_1 = 2F_2$ (d) $F_1 = 1/F_2$

21. অভিকর্ষজ বল যাদের গুণফলের সমানুপাতিক তারা হলো- [Ans: a]
(a) ভর (b) আয়তন
(c) ওজন (d) ক্ষেত্রফল

22. কোন লিফট 'a' ত্বরণে উপরের দিকে গতিশীল হলে লিফটের অভ্যন্তরে অভিকর্ষজ ত্বরণের আপাত মান হবে- [Ans: a]
(a) g + a (b) g – a
(c) g – 2a (d) g + 2a

23. যখন কোন সুষম ত্বরণে নিচের দিকে গতিশীল হয়, তখন লিফটের অভ্যন্তরে কোন বস্তুর আপাত ওজন প্রকৃত ওজন- [Ans: a]
(a) হ্রাস পায় (b) বৃদ্ধি পায়
(c) অপরিবর্তিত হয় (d) সমান থাকে

24. একটি ইট কোনো ভবনের ছাদ হতে ভূমিতে পড়ে গেল। ভূমিতে পড়ার ঠিক পূর্ব-মুহূর্তে ইটের গতিশক্তি K এবং ছাদে এর বিভব শক্তি U_{grav} হলে - [Ans: a]
(i) $K = U_{grav}$ (ii) $K > U_{grav}$ (iii) $K < U_{grav}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

25. একটি মিসাইলকে পৃথিবীর মুক্তিবেগের চেয়ে কম বেগে নিক্ষেপ করা হলে এর মোট যান্ত্রিক শক্তি - [Ans: b]
(i) ধনাত্মক হবে (ii) ঋণাত্মক হবে
(iii) ধনাত্মক, ঋণাত্মক দুটিই হতে পারে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, ii (d) i, ii, iii

26. চাঁদ ও পৃথিবীর মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ হলে মহাকর্ষ বল হবে -
(i) অর্ধেক (ii) দ্বিগুণ (iii) এক-চতুর্থাংশ [Ans: c]
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) iii (d) i, ii, iii

27. g এর মান - [Ans: a]
(i) ভূপৃষ্ঠ থেকে উপর দিকে উঠলে g এর মান কমে
(ii) পৃথিবীর অভ্যন্তরে নামলে g এর মান বাড়ে
(iii) বিষুবীয় অঞ্চল হতে মেরু অঞ্চলে অগ্রসর হলে g এর মান কমে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) iii (d) i, ii, iii

28. পৃথিবীর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে প্রাবল্য সর্বোচ্চ: [Ans: c]
(i) পৃথিবীর কেন্দ্রে (ii) বিষুব অঞ্চলে
(iii) মেরু অঞ্চলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
পৃথিবীর ও মঙ্গলের কক্ষপথের গড় ব্যাসার্ধ যথাক্রমে $1.5 \times 10^{11}m$ এবং $6 \times 10^{10}m$।

29. মঙ্গল সূর্যের চারদিকে একবার প্রদক্ষিণকাল হবে- [Ans: b]
(a) $(2/5)^2 y$ (b) $(2/5)^{3/2} y$
(c) $(2/5)y$ (d) $\sqrt{2/5}\, y$

30. মঙ্গল ও পৃথিবীর কক্ষপথের দ্রুতির অনুপাত হবে- [Ans: a]
(a) $\sqrt{10/2}$ (b) $2/\sqrt{10}$ (c) $3/\sqrt{10}$ (d) $\frac{1}{2}\sqrt{10}$

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
যদি m ভরের কোনো বস্তুকে পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে R/4 উচ্চতায় উত্তোলন করা হয়, তবে -

31. বস্তুটির স্থিতিশক্তি যে পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে তা হলো- (যখন R পৃথিবীর ব্যাসার্ধ এবং g অভিকর্ষজ ত্বরণ)
(a) mgR/3 (b) mgR/4 [Ans: b]
(c) mgR/5 (d) mgR/16

32. সর্বনিম্ন যে বেগে ছুড়লে এটি R/4 উচ্চতায় উঠবে তা হলো-
(a) $\sqrt{\frac{gR}{2}}$ (b) $\sqrt{gR}$ [Ans: d]
(c) $\sqrt{\frac{gR}{5}}$ (d) $\sqrt{\frac{2gR}{4}}$

নিচের উদ্দীপক থেকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
P ও Q বস্তুদ্বয়ের ভর যথাক্রমে $m_1 = 10$ kg ও $m_2 = 15$ kg এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব $d = 0.1$m। এদের মধ্যকার আকর্ষণ বলের মান, F;

33. মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ করা হলে আকর্ষণ বলের মান F মান পূর্বের - [Ans: d]
(a) দুই - তৃতীয়াংশ (b) অর্ধেক
(c) এক - তৃতীয়াংশ (d) এক চতুর্থাংশ

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R_E = 6400$ km এবং পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে h গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = \left(1 - \frac{h}{R}\right) g$; (g = পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ)

34. পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে কত গভীরতায় g মান ভূপৃষ্ঠে g এর 1%?
(a) 640 km (b) 2560 km [Ans: c]
(c) 6336 km (d) 57600 km

35. পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে কত গভীরে কোন বস্তুর ওজনহীন হবে?
(a) 640 km (b) 2560 km [Ans: d]
(c) 6336 km (d) 6400 km

MCQ: সম্ভাব্য নমুনা প্রশ্ন ও সমাধান

01. ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত গভীরতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভূ-পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের অর্ধেক হবে? পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R ধরে।
(a) R (b) $\frac{R}{2}$ (c) 2R (d) $\frac{R}{4}$
সমাধান: (b); $g' = \left(1 - \frac{h}{R}\right) g \Rightarrow \frac{1}{2} = 1 - \frac{h}{R}$
$\Rightarrow \frac{h}{R} = \frac{1}{2} \Rightarrow h = \frac{R}{2}$

02. ভূ-পৃষ্ঠে একজন লোক 3m উঁচুতে লাফাতে পারে। চন্দ্র পৃষ্ঠে কত উঁচুতে লাফাতে পারবে?
(a) 3m (b) 6m (c) 9m (d) 18m
সমাধান: (d); যেহেতু চাঁদে g-এর মান পৃথিবীর $\frac{1}{6}$ গুণ, সেহেতু লোকটি চাঁদে 6 গুণ বেশি লাফাতে পারবে।

03. বস্তুর মধ্যস্থিত সকল কণার লব্ধি বল হিসাব করলে লব্ধি বল বস্তুর যে বিন্দু দিয়ে ক্রিয়া করবে সেই বিন্দুকে বলা হয়- [Ans: c]
(a) ভরকেন্দ্র (b) ঘূর্ণন অক্ষ (c) ভারকেন্দ্র (d) ভূকেন্দ্র

04. গ্রহগুলির গতিপথ উপবৃত্তাকার এই সূত্রটি কোনো বিজ্ঞানীর?
(a) টলেমি (b) কেপলার [Ans: b]
(c) পিথাগোরাস (d) গ্যালিলিও

05. সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর কক্ষপথের ব্যাসার্ধ 1.5×10^{11}m এবং আবর্তন কাল 3.14×10^7 সে. । পৃথিবীর দ্রুতি কত?
(a) $2 \times 10^{-7}ms^{-1}$ (b) $4.7 \times 10^3ms^{-1}$
(c) $15 \times 10^3ms^{-1}$ (d) $30 \times 10^3ms^{-1}$
সমাধান: (d); $v = \frac{S}{t} = \frac{2\pi \times 1.5 \times 10^{11}}{3.14 \times 10^7} = 30 \times 10^3ms^{-1}$

06. কোনো বস্তুর উৎক্ষেপণ বেগ মুক্তিবেগ অপেক্ষা বেশি হলে বস্তুটি- [Ans: b]
(i) চাঁদের মতো উপগ্রহে পরিণত হবে
(ii) পৃথিবীতে আর ফিরে আসে না
(iii) পরাবৃত্ত পথে পৃথিবী পৃষ্ঠ ছেড়ে যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

07. মহাকর্ষীয় বিভব- [Ans: d]
(i) একটি স্কেলার রাশি (ii) এর একক জুল/কিলোগ্রাম
(iii) মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে এটি ঋণাত্মক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি গ্রহের ব্যাস 600km এবং এর পৃষ্ঠের অভিকর্ষীয় ত্বরণ $3.8ms^{-2}$।

08. গ্রহটির পৃষ্ঠ হতে একটি বস্তুর মুক্তিবেগ হবে–
(a) $1.5\ kms^{-1}$ (b) $1544\ kms^{-1}$
(c) $4.77kms^{-1}$ (d) $2.756kms^{-1}$
সমাধান: (a); $v_e = \sqrt{2gR} = \sqrt{gD}$
$= \sqrt{3.8 \times 600 \times 10^3} = 1509.97\ ms^{-1} = 1.5\ kms^{-1}$

09. বস্তুটির ভর দ্বিগুণ হলে মুক্তিবেগ – [Ans: a]
(a) অপরিবর্তিত থাকবে (b) অর্ধেক হবে
(c) দ্বিগুণ হবে (d) কোনটিই নয়

10. মহাকর্ষীয় বিভব V এবং ক্ষেত্র প্রাবল্য E হলে– **[Ans: d]**
(a) $E = \frac{dv}{dt}$ (b) $E = \frac{dv}{dt}$ (c) $E = \frac{dv}{dr}$ (d) $E = -\frac{dv}{dr}$

11. মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্যের একক– **[Ans: a]**
(a) Nkg^{-1} (b) N-m (c) ms^{-1} (d) ms^{-2}
সমাধান: (a); $\because E = \frac{F}{m} \therefore$ একক Nkg^{-1}

12. একই কক্ষপথে আবর্তনরত দুটি উপগ্রহের একটির ভর অন্যটির দ্বিগুণ হলে ভারী উপগ্রহের আবর্তনকাল অন্যটির– **[Ans: a]**
(a) সমান (b) অর্ধেক (c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ

13. মহাকর্ষীয় প্রাবল্যের দিক হলো– **[Ans: d]**
(i) পৃথিবীর ক্ষেত্রে কেন্দ্র বরাবর
(ii) একক ভরের বস্তু যেদিকে বল লাভ করে
(iii) মহাকর্ষীয় বলের দিকে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

14. সৌরকেন্দ্রিক তত্ত্বের ধারণা দেন কে? **[Ans: b]**
(a) কেপলার (b) কোপার্নিকাস
(c) টাইকোব্রাহ (d) গ্যালিলিও

15. মাধ্যমের প্রকৃতি বলতে বোঝায়– **[Ans: d]**
(i) প্রবেশ্যতা (ii) প্রবণতা (iii) দিকদর্শিতা
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

16. যদি পৃথিবী ও সূর্যের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব অর্ধেক করা হয় তবে পৃথিবীতে এক বছরে কত দিন হবে?
(a) 129 (b) 173 (c) 182.5 (d) 365
সমাধান: (a); $\frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{R_2^3}{R_1^3} \Rightarrow T_2 = T_1 \times \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^{\frac{3}{2}}$
$= 365 \times \left(\frac{R_1}{2R_1}\right)^{1.5} = 129$ days

17. পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করার সময় কৃত্রিম উপগ্রহ– **[Ans: d]**
(i) কেন্দ্রবিমুখী বল অনুভব করবে
(ii) প্রয়োজনীয় কেন্দ্রমুখী বল পৃথিবীর আকর্ষণ থেকে জোগাড় করে
(iii) শূন্যমানের লব্ধি বল অনুভব করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

18. ভূ-পৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ভূ-পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের এক শতাংশ হবে?
(a) 37.5×10^5m (b) 10×10^5m
(c) 2.1×10^5m (d) 57.6×10^6m
সমাধান: (d); $g' = \frac{GM}{R'^2} \Rightarrow g' = g \times \left(\frac{R}{R'}\right)^2 = g \times \frac{1}{100}$
$R = \frac{1}{10}R' \Rightarrow R' = 10R \Rightarrow h = 9R$
$= 9 \times 6.4 \times 10^6 = 57.6 \times 10^6$m

19. সুষম নিরেট গোলকের বাইরে কোনো বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব এর রাশিমালা- **[Ans: b]**
(a) $V = \frac{GM}{r}$ (b) $V = -\frac{GM}{r}$
(c) $V = \frac{GM}{r^2}$ (d) $V = -\frac{GM}{r^2}$

20. পৃথিবীর ভর অপরিবর্তিত রেখে ব্যাসার্ধ 20% কমানো হলে g এর মান- **[Ans: a]**
(a) বৃদ্ধি পাবে (b) হ্রাস পাবে
(c) 20% পরিবর্তিত হবে (d) অপরিবর্তিত থাকবে

21. পৃথিবীর একেক স্থানে একেক মানের হয়– **[Ans: b]**
(i) বস্তুর ওজন (ii) পৃথিবীর ঘনত্ব
(iii) অভিকর্ষজ ত্বরণ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

22. পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে গ্যালিলিও এর তৃতীয় সূত্রটি হলো– **[Ans: b]**
(a) $h \propto t$ (b) $h \propto t^2$ (c) $h \propto t^3$ (d) $v \propto t$

23. মহাকর্ষীয় ধ্রুবক G এর ক্ষেত্রে- **[Ans: d]**
(i) মান 6.673×10^{-11} (ii) একক $Nkg^{-2}m^2$
(iii) মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
পৃথিবী পৃষ্ঠে g এর মান $9.8ms^{-2}$, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6.4 \times 10^6$m এবং $G = 6.673 \times 10^{-11}Nm^2kg^{-2}$ পৃথিবীর ভর $= 6.01 \times 10^{24}$kg.

24. পৃথিবীর গড় ঘনত্ব কত?
(a) $4.57 \times 10^3 kgm^{-3}$ (b) $5.47 \times 10^3 kgm^{-3}$
(c) $5.92 \times 10^3 kgm^{-3}$ (d) $5.99 \times 10^3 kgm^{-3}$
সমাধান: (b); $\rho = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3} = \frac{3 \times 6.01 \times 10^{24}}{4\pi \times (6.4 \times 10^6)^3}$
$= 5.47 \times 10^3 kgm^{-3}$

25. পৃথিবী পৃষ্ঠে বিভব– **[Ans: a]**
(a) $-6.266 \times 10^7 Jkg^{-1}$ (b) $+6.266 \times 10^2 Jkg^{-1}$
(c) $6.01 \times 10^7 vm^{-1}$ (d) $9.79 \times 10^{13} Jkg^{-2}$
সমাধান: (a); $V = -\frac{GM}{R} = \frac{-6.67 \times 10^{-11} \times 6.01 \times 10^{24}}{6.4 \times 10^6}$
$= -6.266 \times 10^7 Jkg^{-1}$

26. দুটি বস্তুর মধ্যকার দূরত্ব অর্ধেক করলে মহাকর্ষ বলের মান-
(a) দ্বিগুণ কমে (b) দ্বিগুণ বাড়ে
(c) চারগুণ কমে (d) চারগুণ বাড়ে
সমাধান: (d); $F \propto \frac{1}{r^2}$

27. মহাকর্ষ বল কার্যকর হয় যে কণার বিনিময়ের ফলে– **[Ans: a]**
(a) গ্রাভিটন (b) মেসন (c) ফোটন (d) ডিউট্রন

28. মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের একক কোনটি? [Ans: a]
(a) Nm^2kg^{-2} (b) Nm^2kg^2
(c) $Nmkg^{-1}$ (d) $Nmkg^{-2}$

29. যদি কোনো বিন্দু ফাঁপা গোলকের অভ্যন্তরে থাকে তবে ঐ বিন্দুতে প্রাবল্য- [Ans: a]
(a) 0 (b) $-2\pi G\rho(a^2-b^2)$
(c) $\frac{+GM}{a^2}$ (d) $\frac{-GM}{r}$

30. মহাকর্ষ বল– [Ans: d]
(i) বস্তুকণাদ্বয়ের ভরের গুণফলের সমানুপাতিক
(ii) কণাদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক
(iii) কণাদ্বয়ের সংযোজক সরল রেখা বরাবর ক্রিয়া করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i,ii, iii

31. 2kg ভরের কোনো বস্তু থেকে 2m দূরে একটি বিন্দু অবস্থিত, ঐ বিন্দুতে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য কত?
(a) $6.7\times10^{-11}Nkg^{-1}$ (b) $-6.7\times10^{-11}Jkg^{-1}$
(c) $3.33\times10^{-11}Nkg^{-1}$ (d) $13.4\times10^{-11}Jkg^{-1}$
সমাধান: (c); $E_G=\frac{GM}{r^2}=\frac{6.673\times10^{-11}\times2}{2^2}$
$=3.33\times10^{-11}\ Nkg^{-1}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
m ভর বিশিষ্ট একটি বস্তুকণা পৃথিবী পৃষ্ঠে অবস্থিত। পৃথিবীর ভর $M=6\times10^{24}kg$ এবং ব্যাসার্ধ $R=6400km$।

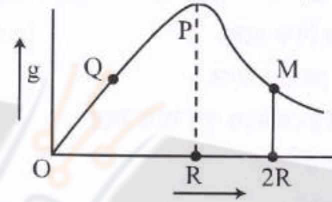
32. উদ্দীপকের বস্তুকণাটির ওজন প্রকাশ করে- [Ans: c]
(a) mG (b) $\frac{GM}{r^2}$ (c) $\frac{GMm}{R^2}$ (d) $\frac{GMm}{r^2}$

33. বস্তুর ভর 10kg হলে পৃথিবী উহাকে কত বলে টানবে?
(a) 96N (b) $96kgm^{-2}$ (c) 98N (d) $98kgm^{-2}$
সমাধান: (c); $F=mg=10\times9.8=98N$

34. কখন একজন ব্যক্তি লিফটে ওজনহীনতা অনুভব করবে? [Ans: c]
(a) লিফট সমবেগে নিচে নামলে
(b) লিফট সমবেগে উপরে উঠলে
(c) লিফট g ত্বরণে নিচে নামলে
(d) লিফট g ত্বরণে উপরে উঠলে

35. সূর্যের চারদিকে শুক্র ও পৃথিবীর কক্ষপথের ব্যাসার্ধের অনুপাত 54:75। পৃথিবীতে 365 দিনে এক বছর হলে শুক্রতে কত দিনে এক বছর হবে?
(a) 224 (b) 223 (c) 225 (d) 221
সমাধান: (b); $\frac{T_2^2}{T_1^2}=\frac{R_2^3}{R_1^3}\Rightarrow T_2=\sqrt{T_1^2\times\frac{R_2^3}{T_1^3}}$
$=\sqrt{365^2\times\left(\frac{54}{75}\right)^3}=223$

নিচের লেখচিত্র হতে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



36. চিত্রের P বিন্দুটি কোথায় হতে পারে? [Ans: a]
(a) ভূ-পৃষ্ঠে (b) ভূ-পৃষ্ঠের উপরে
(c) ভূ-পৃষ্ঠের নিচে (d) পৃথিবীর কেন্দ্রে

37. M বিন্দুতে g এর মান কত হবে?
(a) $9.8ms^{-2}$ (b) $2.45ms^{-2}$
(c) $4.9ms^{-2}$ (d) $0ms^{-2}$
সমাধান: (b); $g'=g\times\frac{R^2}{(R+h)^2}=g\times\frac{R^2}{(2R)^2}$
$=\frac{9.8}{4}=2.45\ ms^{-2}$

38. উৎক্ষেপণ বেগ v ও মুক্তিবেগ V_E হলে উৎক্ষিপ্ত বস্তু বৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করবে যদি- [Ans: a]
(a) $V^2=\frac{V_E^2}{2}$ (b) $V^2>\frac{V_E^2}{2}$
(c) $V^2<\frac{V_E^2}{2}$ (d) $V=V_E$

39. যে ভূ-উপগ্রহের পর্যায়কাল 24 ঘণ্টা তার কক্ষপথকে কী বলে? [Ans: b]
(a) ভূ-স্থির কক্ষপথ (b) পার্কিং কক্ষপথ
(c) উপগ্রহ কক্ষপথ (d) স্থিতিশীল কক্ষপথ

জ্ঞানমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর:

01. ভূ-স্থির উপগ্রহ কাকে বলে? [SB'22,DB'22; Ctg.B'19]
উত্তর: কোনো কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল নিজ অক্ষের চারদিকে ঘূর্ণায়মান পৃথিবীর আবর্তনকালের সমান হলে পৃথিবী সাপেক্ষে উপগ্রহটি স্থির থাকবে। এ ধরনের উপগ্রহকে ভূ-স্থির উপগ্রহ বলে।

02. মুক্তিবেগ কী?
[Ctg.B'22; Din.B'22; DB'19; SB'19; CB'19; BB'17]
উত্তর: কোনো বস্তুকে ন্যূনতম যে বেগে উর্ধ্বে নিক্ষেপ করলে তা আর পৃথিবী পৃষ্ঠে ফিরে আসে না তাকে মুক্তি বেগ বলে।

03. মহাকর্ষীয় বিভব কী? [RB, CB'22; JB'19; DB'17]
উত্তর: অসীম দূরত্ব হতে একক ভরের কোনো বস্তুকে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয় তাকে উক্ত বিন্দুর মহাকর্ষ বিভব বলে।

04. মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র কী? [BB'22]
উত্তর: কোনো বস্তুর আশেপাশে যে অঞ্চলব্যাপী এর মহাকর্ষীয় প্রভাব বজায় থাকে, অর্থাৎ অন্য কোনো বস্তু রাখা হলে সেটি আকর্ষণ বল লাভ করে, তাকে বস্তুর ঐ মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র বলে।

05. পার্কিং কক্ষপথ কী? [JB, MB'22; SB'19]
উত্তর: কোনো ভূ-স্থির উপগ্রহ যে কক্ষপথে পরিভ্রমণ করে তা পার্কিং কক্ষপথ।

06. মহাকর্ষ ধ্রুবক কাকে বলে? [SB, Ctg.B'17]
উত্তর: একক ভরের দুইটি বস্তুকণা একক দূরত্বে যে বলে পরস্পরকে আকর্ষণ করে, তাকে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে।

07. মহাকর্ষীয় প্রাবল্য কাকে বলে? [JB'17]
উত্তর: মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের যেকোনো বিন্দুতে একটি একক ভরের বস্তু স্থাপন করলে ঐ ভরের উপর যে বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ বিন্দুতে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য বলা হয়।

08. গ্রহের গতি সংক্রান্ত কেপলারের ২য় সূত্রটি লিখ। [JB'17]
উত্তর: গ্রহ এবং সূর্যের সংযোজক সরলরেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে।

09. অভিকর্ষ কেন্দ্র কাকে বলে ? [CB'17]
উত্তর: একটি বস্তুকে যেভাবেই রাখা হোক না কেন বস্তুর ভেতরে অবস্থিত যে বিন্দুর মধ্য দিয়ে মোট ওজন ক্রিয়া করে, সেই বিন্দুকে বস্তুর অভিকর্ষ কেন্দ্র বলে।

◆ CQ: সম্ভাব্য জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. মহাকর্ষীয় বিভবের মাত্রা সমীকরণ লিখ।
উত্তর: মহাকর্ষীয় বিভব, $V = -\frac{GM}{r}$
$\therefore$ মাত্রা $= \frac{[M^{-1}L^3T^{-2}][M]}{[L]} = [L^2T^{-2}]$

02. কেপলারের উপবৃত্ত সূত্রটি লিখ।
উত্তর: প্রতিটি গ্রহ সূর্যকে উপবৃত্তের একটি ফোকাসে রেখে উপবৃত্তাকার পথে প্রদক্ষিণ করছে।

03. স্বাভাবিক উপগ্রহ কী?
উত্তর: যেসব উপগ্রহ প্রাকৃতিক কারণে সৃষ্ট তাদেরকে স্বাভাবিক উপগ্রহ বলে।

04. কেপলারের সময়ের সূত্রটি লিখ।
উত্তর: প্রতিটি গ্রহের পর্যায়কালের বর্গ সূর্য হতে তার গড় দূরত্বের ঘনফলের সমানুপাতিক।

অনুধাবনমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. পৃথিবীর ঘনত্বের পরিবর্তনে অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তন হবে কী? [RB'22; Ctg.B'19]
উত্তর: কোনো পৃথিবী M ভর আর R ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট পৃথিবীর $g = \frac{GM}{R^2} = \frac{4}{3}\pi GR\rho$। অর্থাৎ, $g \propto \rho$ মানে অভিকর্ষজ ত্বরণ ঘনত্বের সমানুপাতিক। ঘনত্ব পরিবর্তন হওয়া মানে ভর এর পরিবর্তন হওয়া। অর্থাৎ, বলা যায় ঘনত্বের পরিবর্তন হলে অভিকর্ষজ ত্বরণেরও পরিবর্তন হবে।

02. একই কক্ষপথে স্থাপিত দু'টি ভিন্ন ভরের স্যাটেলাইটের বেগ কি একই হবে, না ভিন্ন হবে? ব্যাখ্যা কর । [Ctg.B'22]
উত্তর: পৃথিবীর পৃষ্ঠ থেকে h উচ্চতায় পৃথিবীর চারদিকে আবর্তনরত কোনো কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল কৃত্রিম উপগ্রহের ভরের উপর নির্ভর করে না। কৃত্রিম উপগ্রহের বেগের সমীকরণ, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$। দেখা যাচ্ছে, উক্ত সমীকরণ কৃত্রিম উপগ্রহের ভরের উপর নির্ভর করে না। সুতরাং একই কক্ষপথে ভিন্ন ভরের দুটি স্যাটেলাইটের বেগ সমান হবে।

03. মহাকর্ষীয় বিভব $12\ Jkg^{-1}$ বলতে কী বুঝ ? [SB'22]
উত্তর: একক ভরের কোনো বস্তুকে অসীম দূরত্ব হতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পাদিত হয় তাকে মহাকর্ষীয় বিভব বলে। মহাকর্ষীয় বিভব, $V = \frac{W}{m}$। $12\ Jkg^{-1}$ মহাকর্ষীয় বিভব বলতে 1kg ভরের কোনো বস্তুকে অসীম দূরত্ব হতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে 12 J কাজ করতে হয়।

04. কখন বস্তুর ভরকেন্দ্র এবং ভারকেন্দ্র একই বিন্দুতে হয়? ব্যাখ্যা কর। [BB'22]
উত্তর: কোনো বস্তুর ভরকেন্দ্র শুধুমাত্র বস্তুর গঠনের উপর নির্ভর করলেও বস্তুর ভারকেন্দ্র গঠনের সাথে সাথে বস্তুর সকল কণার উপর ক্রিয়াশীল অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর নির্ভর করে। কোনো বস্তুর সকল বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সমান হলে বস্তুর ভরকেন্দ্র এবং ভারকেন্দ্র একই বিন্দুতে হয়। সাধারণত ছোট বস্তুর ক্ষেত্রে ভরকেন্দ্র এবং ভারকেন্দ্র একই বিন্দুতে হওয়ার সম্ভাবনা বেশি হয়।

05. মুক্তিবেগ বস্তুর ভরের উপর নির্ভরশীল নয়—ব্যাখ্যা কর। [JB'22]

উত্তর: আমরা জানি, মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$। দেখা যাচ্ছে, v_e গ্রহের ভর ও ব্যাসার্ধের ওপর নির্ভরশীল। কিন্তু মুক্তিবেগের রাশিমালায় বস্তুর ভর এর কোনো চলক নেই। তাই মুক্তিবেগ বস্তুর ভরের ওপর নির্ভরশীল নয়।

06. বিষুবীয় অঞ্চলে বস্তুর ওজন হ্রাস পাওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22]

উত্তর: পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার নয়। উত্তর-দক্ষিণে কিছুটা চাপা এবং নিরক্ষীয় অঞ্চলে কিছুটা স্ফীত। পৃথিবীর মেরু ব্যাসার্ধের চেয়ে বিষুবীয় ব্যাসার্ধ প্রায় 22 km বেশি। এখন অভিকর্ষজ ত্বরণের জন্য, $g = \frac{GM}{R^2}$। অর্থাৎ, অভিকর্ষজ ত্বরণের মান পৃথিবীর ব্যাসার্ধের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক। তাই R এর মান বিষুবীয় অঞ্চলে বেশি হওয়ায় অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর মান হ্রাস পাবে। অভিকর্ষজ ত্বরণের মান হ্রাস পেলে ঐ স্থানে বস্তুর ওজনও হ্রাস পাবে।

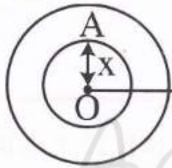
07. মহাকর্ষীয় বিভব অসীমে সর্বাধিক কিন্তু শূন্য– ব্যাখ্যা কর। [MB'22]

উত্তর: অসীম দূর হতে একক ভরের কোনো বস্তুকে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে কাজ সাধিত হয়, তাকে ঐ বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব বলে। M ভরের কোনো বস্তুর অবস্থান থেকে r দূরত্বে মহাকর্ষীয় বিভব V হলে, $V = -\frac{GM}{r}$

অর্থাৎ, মহাকর্ষীয় বিভব দূরত্বের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়। এখানে ঋণাত্মক চিহ্ন প্রকাশ করে যে, অসীমে মহাকর্ষীয় বিভব সর্বোচ্চ এবং তা শূন্য। বস্তুটিকে যতই মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের দিকে আনা হয় ততই মহাকর্ষীয় বিভবের মান কমতে থাকে।

08. পৃথিবীর অভ্যন্তরে কোনো স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর কেন্দ্র হতে দূরত্বের সমানুপাতিক- ব্যাখ্যা কর। [SB'19]

উত্তর: পৃথিবীর অভ্যন্তরে কোনো বস্তুর ত্বরণ কেন্দ্র হতে দূরত্বের সমানুপাতিক।



পৃথিবীর কেন্দ্র ; $g_A = \frac{GM}{x^2} = \frac{G \times \frac{4}{3}\pi x^3 \times \rho}{x^2} = G \times \frac{4}{3}\pi x\rho \therefore g_A \propto x$

09. সূর্যকে কেন্দ্র করে ঘূর্ণায়মান গ্রহগুলোর আবর্তনকাল ভিন্ন হয়-ব্যাখ্যা কর। [SB'19]

উত্তর: কক্ষপথের দূরত্ব আলাদা হওয়ায় নানা গ্রহের আবর্তনকাল আলাদা হয়। কেপলারের সূত্রানুসারে, $T^2 \propto R^3$ নানা গ্রহের R আলাদা বলে T আলাদা তথা আবর্তনকাল আলাদা হয়।

10. স্থির ভরের কোনো গ্রহ সম্প্রসারিত হলে কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ পরিবর্তন হয় কি? ব্যাখ্যা কর। [BB'19]

উত্তর: $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \Rightarrow v_e \propto \frac{1}{\sqrt{R}}$। অর্থাৎ গ্রহ সম্প্রসারিত হলে এর মুক্তিবেগ হ্রাস পাবে।

11. কোনো গ্রহের মুক্তিবেগ ওই গ্রহের ব্যাসার্ধের ওপর নির্ভরশীল কিনা- ব্যাখ্যা কর। [Din.B'19]

উত্তর: কোনো গ্রহের মুক্তিবেগ ঐ গ্রহের ব্যাসার্ধের উপর নির্ভরশীল। মুক্তিবেগ যদি v_e হয় তবে $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ ……… (i)

যেখানে, M = গ্রহটির ভর এবং R = গ্রহটির ব্যাসার্ধ। (i) নং সমীকরণ থেকে দেখা যায়, গ্রহের ভর যদি স্থির থাকে তবে $v_e \propto \frac{1}{\sqrt{R}}$।

অর্থাৎ মুক্তিবেগ গ্রহের ব্যাসার্ধের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক।

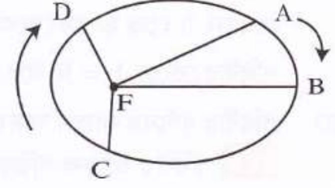
12. ভিন্ন ভিন্ন উচ্চতা থেকে পড়ন্ত বস্তুর অভিকর্ষীয় ত্বরণ সুষম থাকে না– ব্যাখ্যা কর। [RB'17]

উত্তর: ভিন্ন ভিন্ন উচ্চতায় বস্তুর অভিকর্ষীয় ত্বরণ বিভিন্ন। আমরা জানি, h উচ্চতায় অভিকর্ষীয় ত্বরণ, $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$। অর্থাৎ, উচ্চতা বাড়লে অভিকর্ষজ ত্বরণ কমতে থাকে। তবে উচ্চতা খুব কম হলে অর্থাৎ, $\frac{h}{R} \ll 1$ হলে, অভিকর্ষীয় ত্বরণের পরিবর্তনকে নগন্য ধরা যায়। তাই স্বল্প উচ্চতার ব্যবধানে অভিকর্ষজ ত্বরণ ধ্রুবক ধরা হয়।

13. পৃথিবী সূর্যের নিকটবর্তী হলে পৃথিবীর বেগ বৃদ্ধি পায়- কেপলারের সূত্রের আলোকে ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'17]

উত্তর: পৃথিবী সূর্যের নিকটবর্তী হলে পৃথিবীর বেগ বৃদ্ধি পায় এই ঘটনাটি কেপলারের দ্বিতীয় সূত্র দ্বারা ব্যাখ্যা করা যায়।

কেপলারের ২য় সূত্র মতে, গ্রহ ও সূর্যের সংযোগকে সরলরেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে। ধরা যাক, চিত্রে F ফোকাসে সূর্য অবস্থিত। পৃথিবী A হতে B অবস্থানে আসতে t সময় নেয় এবং C হতে D অবস্থানে আসতেও t সময় নেয়।



তাহলে AFB ক্ষেত্রফল = CFD ক্ষেত্রফল। চিত্র হতে লক্ষ্য করা যায় যে, গ্রহ কাছে থাকলে একই ক্ষেত্রফল অতিক্রম করতে বেশি দূরত্ব যেতে হবে। ফলে এর বেগ C অবস্থানে বেশি।

14. বিষুবীয় অঞ্চলে বস্তুর আপাত ওজন হ্রাস পাওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। [SB'17]

উত্তর: পৃথিবীর নিজ অক্ষের সাপেক্ষে ঘূর্ণনের ফলে অভিকর্ষজ ত্বরণের তারতম্য ঘটে।

λ অক্ষাংশে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = g - \omega^2 R \cos^2\lambda$

বিষুব অঞ্চলের ক্ষেত্রে, $\lambda = 0 \therefore g' = g - \omega^2 R$

আবার, পৃথিবী কমলালেবুর মতো উত্তর-দক্ষিণ চাপা বলে, কেন্দ্র হতে মেরুর দূরত্বের তুলনায় কেন্দ্র হতে বিষুব অঞ্চলের দূরত্ব বেশি। ফলে এই কারণেও বিষুব অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ হ্রাস পায়। আর অভিকর্ষজ ত্বরণ হ্রাস পাওয়ায় বস্তুর ওজনও হ্রাস পায়।

15. মহাকর্ষ ধ্রুবক স্কেলার রাশি কেন? [BB'17]

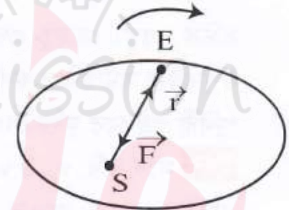
উত্তর: মহাকর্ষ বল, $\vec{F} = G\frac{M_1M_2}{|\vec{r}|^3}\vec{r}$

এখানে, মহাকর্ষ বল এর দিক ব্যাসার্ধ ভেক্টর এর ওপর নির্ভরশীল। ব্যাসার্ধ ভেক্টর যেদিকে হয় মহাকর্ষ বলও সেদিকে হয়। তাই মহাকর্ষীয় ধ্রুবক G একটি স্কেলার রাশি।

16. পৃথিবীর ঘূর্ণনের ক্ষেত্রে টর্ক না থাকার কারণ ব্যাখ্যা কর। [JB'17]

উত্তর:

পৃথিবী সূর্যের চারদিকে ঘুরে। কিন্তু সূর্য ও পৃথিবীর মধ্যকার বল পৃথিবীর উপর কোনো টর্ক সৃষ্টি করে না। কেননা ঘূর্ণনের ক্ষেত্রে বল ও অবস্থান ভেক্টর সমান্তরালে থাকে।



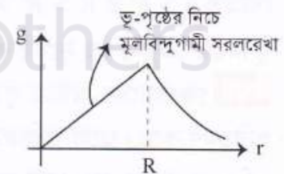
চিত্র হতে বুঝা যাচ্ছে যে, পৃথিবীর অবস্থান ভেক্টর ($\vec{r}$) ও বল ($\vec{F}$) এর মধ্যবর্তী কোণ 180°।

সুতরাং, টর্ক, $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} \Rightarrow |\vec{\tau}| = rF\sin\theta = rF\sin 180° = 0$

17. পৃথিবীর অভ্যন্তরে কোনো স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর কেন্দ্র হতে দূরত্বের সমানুপাতিক– ব্যাখ্যা কর। [CB'17]

উত্তর:

মনে করি, R = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ। তাহলে কেন্দ্র হতে $r(r < R)$ দূরত্বে অবস্থিত কোনো বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = \frac{4}{3}\pi\rho Gr \Rightarrow \frac{g}{r} = \frac{4}{3}\pi\rho G = \text{constant} \therefore g \propto r$ এর অর্থ হলো পৃথিবীর কেন্দ্র হতে ভূপৃষ্ঠ পর্যন্ত অভিকর্ষজ ত্বরণ সরলরৈখিকভাবে বৃদ্ধি পায়। g বনাম r গ্রাফ থেকেও তা বোঝা যায়।



CQ: সম্ভাব্য অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. G-কে সর্বজনীন ধ্রুবক বলা হয় কেন?

উত্তর: একক ভর বিশিষ্ট দুটি বস্তু একক দূরত্বে অবস্থান করে একে অপরকে যে বলে আকর্ষণ করে, তাকে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে। একে G দ্বারা প্রকাশ করা হয়। G এর মান মাধ্যমের প্রবেশ্যতা, প্রবণতা বা দিক দর্শিতার উপর নির্ভর করে না। এর মান বস্তুকণা দুটির ভৌত অবস্থানের উপর, মধ্যবর্তী মাধ্যমে অবস্থিত বিদ্যুৎ ও চৌম্বকক্ষেত্রের উপর, মাধ্যমের প্রকৃতির উপর বা বস্তুদ্বয়ের উপাদানের উপর নির্ভর করে না। মহাবিশ্বের কোথাও G এর মানের পরিবর্তন হয় না বলে একে সর্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে।

02. পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য কেন?

উত্তর: ভূ-পৃষ্ঠ থেকে পৃথিবীর অভ্যন্তরে কোনো বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান দাঁড়ায়, $g = \frac{4}{3}\pi\ G(R-h)\rho$

যেখানে, h হচ্ছে ভূ-পৃষ্ঠ থেকে বিন্দুর গভীরতা। R= পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, ρ = পৃথিবীর ঘনত্ব, G = সর্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক। পৃথিবীর কেন্দ্রে, $h = R$ বলে, $g = \frac{4}{3}\pi G(R-R)\rho = 0$। তাই পৃথিবীর কেন্দ্রে g -এর মান শূন্য।

03. পৃথিবীর ঘূর্ণনের কারণে আমরা ছিটকে পড়ি না কেন?

উত্তর: পৃথিবীর আহ্নিক গতির ফলে পৃথিবীর সাথে সাথে আমরাও ঘুরছি। এই কেন্দ্রবিমুখী বলের ফলে আমাদের ছিটকে পড়ার কথা থাকলেও আমরা ছিটকে পড়ি না। কারণ অভিকর্ষ বল আমাদের টেনে ধরে রেখেছে।

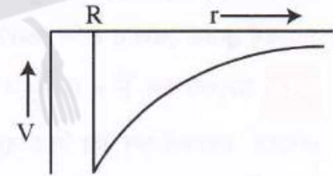
04. নভোযানে নভোচারীরা নিজেদের ওজনহীন মনে করে কেন?

উত্তর: কৃত্রিম উপগ্রহে বা নভোযানে নভোচারীরা একটা কেন্দ্রাতিগ বল অনুভব করেন। নভোচারীর আপাত ওজন = প্রকৃত ওজন − কেন্দ্রাতিগ বল। কৃত্রিম উপগ্রহে এই কেন্দ্রাতিগ বল, অভিকর্ষ বলের সমান বলে কাজ করায় আপাত ওজন শূন্য হয়। তাই নভোচারীরা নিজেদের ওজনহীন মনে করেন।

05. মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রে দূরত্ব এবং মহাকর্ষীয় বিভবের মধ্যে সম্পর্ক দেখাও।

উত্তর:

আমরা জানি, মহাকর্ষ বিভব, $V = -\frac{GM}{r}$। সুতরাং দূরত্ব বৃদ্ধির সাথে $\frac{GM}{r}$ এর মান দূরত্বের ব্যস্তানুপাতে কমে কিন্তু বিভব −ve হওয়ায় V এর মান বাড়ে। অসীম দূরত্বের জন্য বিভব শূন্য। এর লেখচিত্র চিত্রে দেখানো হলো।



06. নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রের ভেক্টররূপ কী?

উত্তর: মহাকর্ষ সূত্রকে ভেক্টর রাশির দ্বারা নিম্নলিখিতভাবে লেখা যায়-

$\vec{F}_{21} = -G\frac{m_1m_2}{r_{12}^3}\vec{r}_{12}$ এখানে $\vec{F}_{21}$ হচ্ছে দ্বিতীয় বস্তুর উপর প্রথম বস্তুর সদিক বল (আকর্ষণ), $\vec{r}_{12}$ হচ্ছে প্রথম বস্তু হতে দ্বিতীয় বস্তুর সদিক দূরত্ব। যেহেতু প্রথম বস্তু আকর্ষণ করে দ্বিতীয় বস্তুকে নিজের দিকে টানছে অর্থাৎ, $\vec{F}_{21}$ এর দিক $\vec{r}_{12}$ এর বিপরীত তাই উপরিউক্ত সমীকরণে ঋণাত্মক চিহ্ন ব্যবহৃত হয়েছে।

07. পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে মুক্তি বেগ চন্দ্রপৃষ্ঠ থেকে মুক্তিবেগ অপেক্ষা বড় না ছোট?

উত্তর: মনে করি, v_e ও v'_e যথাক্রমে পৃথিবী ও চন্দ্রে মুক্তিবেগ। আরও মনে করি, g ও R যথাক্রমে পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ ও পৃথিবীর ব্যাসার্ধ। আবার, g' ও R' চন্দ্রের ক্ষেত্রে অনুরূপ রাশি। তাহলে,

$v_e = \sqrt{2gR}$ ও $v'_e = \sqrt{2g'R'}$ ∴ $\frac{v_e}{v'_e} = \sqrt{\frac{gR}{g'R'}}$

যেহেতু $g > g'$ ও $R > R'$ অতএব $v_e > v'_e$। অর্থাৎ, পৃথিবীতে চন্দ্র অপেক্ষা মুক্তিবেগের মান বেশি।

08. ঘূর্ণনরত কোনো গ্রহ সূর্যের কাছে চলে আসলে তার বেগ বাড়ে কেন?

উত্তর: কেপলারের দ্বিতীয় সূত্র অনুসারে, গ্রহ ও সূর্যের সাথে সংযোগকারী ব্যাসার্ধ রেখা কক্ষপথে সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল পরিভ্রমণ করে। ফলে ঘূর্ণনরত গ্রহ সূর্যের কাছে চলে গেলে একই ক্ষেত্রফল অতিক্রম করতে গ্রহটিকে উপবৃত্তাকার পথে অধিক দূরত্ব অতিক্রম করতে হয়। তাই ঘূর্ণনরত গ্রহ সূর্যের কাছে চলে আসলে তার বেগ বৃদ্ধি পায়।

09. দেখাও যে, কোনো স্থানের মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য ও অভিকর্ষীয় ত্বরণ একই।

উত্তর: মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য হলো কোনো বস্তুর মহাকর্ষ ক্ষেত্রের মধ্যে কোনো বিন্দুতে একক ভর বিশিষ্ট কোনো বস্তু স্থাপন করলে তা যে বল লাভ করে। অর্থাৎ, $E = \frac{GM\cdot 1}{R^2} = \frac{GM}{R^2} = g$ যা অভিকর্ষজ ত্বরণের সমান।

10. মহাকর্ষীয় বিভব ঋণাত্মক কেন?

উত্তর: মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে অসীম থেকে (মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের বাহির থেকে) একক ভরের কোনো বস্তুকে ঐ বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয় তাকে মহাকর্ষীয় বিভব বলে। এখানে দুটি বস্তুর মধ্যকার আকর্ষণ বলই কাজ করে। বাইরের কোনো শক্তির প্রয়োজন হয় না। ক্ষেত্র নিজেই কাজ করে বলে মহাকর্ষীয় বিভব ঋণাত্মক।

প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ **CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর**

01. কোনো একটি কাল্পনিক গ্রহের ভর পৃথিবীর ভরের সমান কিন্তু ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের দ্বিগুণ। 3 kg ভরের একটি বস্তু উভয় গ্রহের পৃষ্ঠ হতে $9\ \text{kms}^{-1}$ বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। পৃথিবীর ভর 5.97×10^{24} kg এবং ব্যাসার্ধ 6.4×10^6 m। **[DB'22]**

(গ) পৃথিবীর মুক্তিবেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের নিক্ষিপ্ত বস্তুটি উভয় গ্রহে ফিরে আসবে কিনা– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. পৃথিবীর মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{(2\times6.673\times10^{-11}\times5.97\times10^{24})}{6.4\times10^6}} = 11.16\ \text{kms}^{-1}$

ঘ. নতুন গ্রহের ব্যাসার্ধ, $R' = 2R_c = (2 \times 6.4 \times 10^6)$ m

নতুন গ্রহের মুক্তিবেগ, $v_e' = \sqrt{\frac{2GM}{R'}}$

$v_e' = \sqrt{\frac{2\times6.673\times10^{-11}\times5.97\times10^{24}}{2\times6.4\times10^6}} = 7.89\ \text{kms}^{-1}$

'গ' হতে প্রাপ্ত, $v_e = 11.16\ \text{kms}^{-1}$

দেখা যাচ্ছে, $v_e > 9$ এবং $9 > v_e'$। তাই পৃথিবীতে নিক্ষিপ্ত বস্তু ফিরে আসবে কিন্তু কাল্পনিক গ্রহে ফিরে আসবে না।

02. পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 500 km উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ স্থাপন করা হলো। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km এবং পৃথিবীর পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ $9.81\ \text{ms}^{-2}$। **[RB'22]**

(গ) উদ্দীপকের উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের উপগ্রহটি ভূ-স্থির উপগ্রহে রূপান্তর সম্ভব কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ তোমার মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি, পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = \frac{GM}{R^2}$ ও h উচ্চতার জন্য, $g' = \frac{GM}{(R+h)^2}$

এখন, $\frac{g'}{g} = \frac{GM}{(R+h)^2} \times \frac{R^2}{GM} \Rightarrow g' = \frac{R^2}{(R+h)^2} \times g = \left(\frac{6400}{6400+500}\right)^2 \times 9.81 \Rightarrow g' = 8.44\ \text{ms}^{-2}$ **(Ans.)**

∴ উদ্দীপকের উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ $8.44\ \text{ms}^{-2}$

ঘ. কৃত্রিম উপগ্রহটির বেগ, $v_i = \sqrt{\frac{gR^2}{R+h}} = \sqrt{\frac{9.8\times(6400\times10^3)^2}{(6400+500)\times10^3}} = 7627.26\ \text{ms}^{-1}$

কৃত্রিম উপগ্রহটির পর্যায়কাল, $T_i = \frac{2\pi(R+h)}{v_i} = \frac{2\times3.1416\times(6400+500)\times10^3}{7627.26} = 5684.1\ \text{s} = 1.58\ \text{h}$

ভূ-স্থির উপগ্রহে রূপান্তর করতে কৃত্রিম উপগ্রহটির পর্যায়কাল, $T_f = 24$ h হতে হবে।

সেক্ষেত্রে, কৃত্রিম উপগ্রহটির উচ্চতা হবে,

$h' = \left(\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R = \left\{\frac{9.8\times(6400\times10^3)^2\times(24\times3600)^2}{4\times(3.1416)^2}\right\}^{\frac{1}{3}} - (6400\times10^3) = 3.6\times10^7\text{m} = 36000\ \text{km}$

∴ কৃত্রিম উপগ্রহটির বেগ হবে, $v_f = \frac{2\pi(R+h')}{T_f} = \frac{2\times3.1416\times(6400+36000)\times10^3}{24\times3600} = 3083.42\ \text{ms}^{-1}$

∴ উপগ্রহটিকে ভূ-স্থির উপগ্রহে রূপান্তর করতে উপগ্রহটিকে আরো $(36000-500)\ \text{km} = 35500\ \text{km}$ উঁচুতে উঠিয়ে $(7627.26 - 3083.42)\text{km} = 4543.84\ \text{ms}^{-1}$ বেগ হ্রাস করতে হবে।

03. ঢাকার ভূ-পৃষ্ঠ হতে খাড়া 26000 km উপরে একটি কৃত্রিম উপগ্রহ স্থাপন করা হলো। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km এবং ভর 6×10^{24} kg। **[Ctg.B'22]**

(গ) কৃত্রিম উপগ্রহটির কক্ষীয় বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উপগ্রহটিকে সব সময় ঢাকার উপর দেখা যাবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মত দাও। ৪

উত্তর

গ. পৃথিবীর ভর, $M_e = 6 \times 10^{24}$ kg

ব্যাসার্ধ, $R_e = 6400$ km $= 6400 \times 10^3$ m

কৃত্রিম উপগ্রহের উচ্চতা, $h = 26000$ km $= 2.6 \times 10^7$ m

কৃত্রিম উপগ্রহটির কক্ষীয় বেগ, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} = \sqrt{\frac{6.67\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{6.4\times10^6+2.6\times10^7}}$

$\therefore v = 3514.52\ ms^{-1} = 3.51\ kms^{-1}$ **(Ans.)**

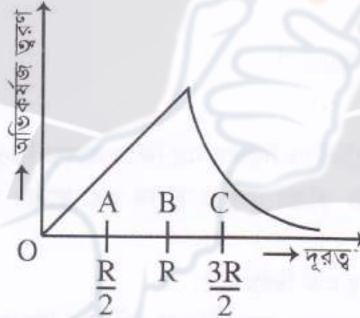
ঘ. উপগ্রহটি ভূ-স্থির হলে সেটির পর্যায়কাল 24 hour হবে এবং উপগ্রহটিকে সবসময় ঢাকার উপরে দেখা যাবে।

উপগ্রহটির কক্ষীয় বেগ, $v = 3514.52\ ms^{-1}$

আমরা জানি, $T = \frac{2\pi(R+h)}{v} = \frac{2\times3.1416\times(6.4\times10^6+2.6\times10^7}{3514.52}\ s = 57924.17\ s = 16.09$ hour

যেহেতু $T \neq 24$ hour, তাই এটি ভূ-স্থির উপগ্রহ নয়। অর্থাৎ, উপগ্রহটিকে সবসময় ঢাকার উপর দেখা যাবে না।

04. দূরত্বের সাপেক্ষে পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তনের লেখচিত্র নিম্নে প্রদত্ত হল: **[SB'22]**



পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, **$R = 6.4 \times 10^6$ m**, পৃথিবীর ভর, **$M = 6 \times 10^{24}$ kg** এবং মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, **$G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$**

(গ) যখন কোনো বস্তু **A** বিন্দুতে অবস্থান করে তখন অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত **A** ও **C** বিন্দুর মধ্যে কোথায় কোনো একটি বস্তু বেশি ওজন অনুভব করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

উত্তর

গ. B বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = \frac{GM}{R^2} = \frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{(6.4\times10^6)^2} = 9.775\ ms^{-2}$

A বিন্দু হলো ভূ-পৃষ্ঠ থেকে $h = \frac{R}{2}$ মি. নিচে। তাহলে

A বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_A = \left(1-\frac{h}{R}\right)\times g = \left(1-\frac{\frac{R}{2}}{R}\right)\times g = \frac{g}{2} = 4.8875\ ms^{-2}$

A বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ $4.8875\ ms^{-2}$

ঘ. C বিন্দুতে ভূ-পৃষ্ঠ হতে উচ্চতা, $h_c = \frac{3R}{2} - R = \frac{R}{2}$

ভূ-পৃষ্ঠে, $g = \frac{GM}{R^2} = 9.775\ ms^{-2}$

আবার C বিন্দুতে, $g_c = \frac{GM}{(R+h_c)^2}$

এখন, $\frac{g_c}{g} = \frac{R^2}{(R+h_c)^2} \Rightarrow g_c = \left(\frac{1}{1+\frac{h_c}{R}}\right)^2 \times g \Rightarrow g_c = g\times\left(1+\frac{h_c}{R}\right)^{-2} = 9.775\times\left(1+\frac{\frac{R}{2}}{R}\right)^{-2}$

$\therefore g_c = 9.775\left(\frac{3}{2}\right)^{-2} = 4.4\ ms^{-2}$

সুতরাং C বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_c = 4.4\ ms^{-2}$ যা ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.8\ ms^{-2}$ থেকে কম। আর 'গ' হতে পাই, $g_A = 4.8875\ ms^{-2}$। দেখা যাচ্ছে, $g_A > g_C$ তাই A বিন্দুতে বেশি ওজন অনুভব করবে।



05. **A এবং B একই উপাদান এবং একই গড় ঘনত্ববিশিষ্ট দুটি গ্রহ (কাল্পনিক)। A এর ভর 5.93×10^{24} kg, ব্যাসার্ধ 6.93×10^6 m এবং B এর ব্যাসার্ধ 3×10^6 m।** **[BB'22]**

(গ) A গ্রহের পৃষ্ঠের কোনো বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) A ও B উভয় গ্রহের পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় প্রাবল্যের মান কি একই হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর। ৪

উত্তর

গ. A গ্রহের ভর, $M = 5.93 \times 10^{24}$ kg

A গ্রহের ব্যাসার্ধ, $R = 6.93 \times 10^6$ m

A গ্রহের পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় বিভব, $V = -\frac{GM}{R} = -\frac{6.673\times10^{-11}\times5.93\times10^{24}}{6.93\times10^6}$ Jkg^{-1}

$= -5.71 \times 10^7\ \text{Jkg}^{-1}$ **(Ans)**

ঘ. A ও B একই গড় ঘনত্ববিশিষ্ট দুটি গ্রহ।

আমরা জানি, $M \propto V$ এবং $V \propto R^3$ (গোলকজাতীয় বস্তুর ক্ষেত্রে)

$\therefore \frac{M_B}{M_A} = \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^3$ [উভয় গ্রহের ক্ষেত্রে ঘনত্ব ধ্রুবক]

$\Rightarrow M_B = \left(\frac{3\times10^6}{6.93\times10^6}\right)^3 \times (5.93 \times 10^{24}) \therefore M_B = 4.81 \times 10^{23}$ kg

আবার, মহাকর্ষীয় প্রাবল্যের ক্ষেত্রে, $E \propto M$ এবং $E \propto \frac{1}{R^2}$

$\therefore \frac{E_A}{E_B} = \frac{M_A}{M_B} \times \left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2 \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{5.93\times10^{24}}{4.81\times10^{23}} \times \left(\frac{3\times10^6}{6.93\times10^6}\right)^2 \therefore \frac{E_A}{E_B} = 2.31$

∴ A ও B উভয় গ্রহের পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় প্রাবল্যের মান একই হবে না।

06. **কৃত্রিম উপগ্রহ উৎক্ষেপণ কেন্দ্র হতে 3.6×10^4 km উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ উৎক্ষেপণ করা হলো। যেখানে অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.8\ \text{ms}^{-2}$। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ এবং মহাকর্ষীয় ধ্রুবক যথাক্রমে 6.4×10^6 m এবং $6.7 \times 10^{-11}\ \text{Nm}^2\ \text{kg}^{-2}$।** **[JB'22]**

(গ) কৃত্রিম উপগ্রহটির বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কৃত্রিম উপগ্রহটি ভূ-স্থির হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. পৃথিবীর ভর,

$M_e = \frac{gR^2}{G} = \frac{9.8\times(6.4\times10^6)^2}{6.67\times10^{-11}} = 6.02 \times 10^{24}$ kg

কৃত্রিম উপগ্রহের বেগ, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

$= \sqrt{\frac{6.7\times10^{-11}\times6.02\times10^{24}}{6.4\times10^6+3.6\times10^7}}$

$= 3084.27\ \text{ms}^{-1}$

$g = 9.8\ \text{ms}^{-2}$
$R = 6.4 \times 10^6$m
$h = 3.6 \times 10^4$ km $= 3.6 \times 10^7$m
$G = 6.67 \times 10^{-11}\ \text{Nm}^2\ \text{kg}^{-2}$

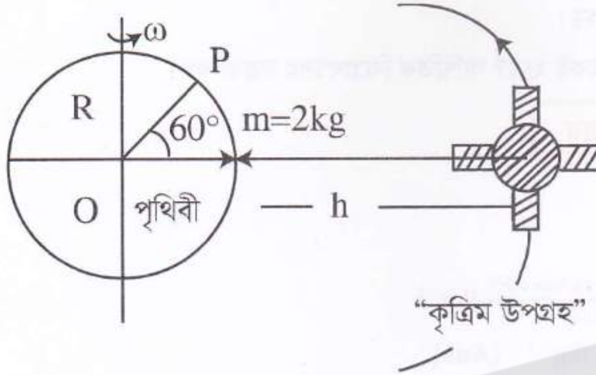
ঘ. কৃত্রিম উপগ্রহের পর্যায়কাল

$T = 2\pi(R + h)\sqrt{\frac{R+h}{GM}} = 2 \times 3.1416 \times (6.4 \times 10^6 + 3.6 \times 10^7) \times \sqrt{\frac{6.4\times10^6+3.6\times10^7}{6.02\times10^{24}\times6.67\times10^{-11}}}$

$\therefore T = 86376.25$ s $= 23.99$ hour

যেহেতু কৃত্রিম উপগ্রহটির পর্যায়কাল ≈ 24 hour, তাই এটি ভূ-স্থির হবে।

07. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $\mathbf{R = 6.4 \times 10^6\ m}$ এবং আবর্তনকাল 24 ঘণ্টা। পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে একটি কৃত্রিম উপগ্রহের উচ্চতা $\mathbf{h = 3.6 \times 10^7\ m}$। পৃথিবীর ভর $\mathbf{M = 6 \times 10^{24}\ kg}$. **[Din.B'22]**



(গ) P বিন্দুতে m ভরের বস্তুর উপর কার্যকর অভিকর্ষ বলের মান কত? ৩

(ঘ) ভূ-পৃষ্ঠ হতে কৃত্রিম উপগ্রহটিকে স্থির বলে মনে হবে কি? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি, $\lambda = 60°$

$m = 2\ kg$

$R = 6.4 \times 10^6\ m$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{24\times60\times60} = 7.27 \times 10^{-5}\ rads^{-1}$

P বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ $= g'$

আমরা জানি, $g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$

$= 9.8 - (7.27 \times 10^{-5})^2 \times 6.4 \times 10^6 \times (\cos 60°)^2 = 9.79154\ ms^{-2}$

∴ বস্তুটির উপর কার্যকর অভিকর্ষ বল, $F_G = mg' = (2 \times 9.79154)N = 19.58308\ N$

ঘ. 06 নং প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।

08. পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে $\mathbf{3.6 \times 10^4\ km}$ উচ্চতায় বঙ্গবন্ধু স্যাটেলাইট স্থাপিত। এটি **U-19** বিশ্বকাপ ক্রিকেট খেলা সম্প্রসারণের জন্য নির্ধারিত। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $\mathbf{R = 6.4 \times 10^6\ m}$। **[MB'22]**

(গ) স্যাটেলাইটের রৈখিক বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত উপ-গ্রহটি U-19 বিশ্বকাপের ম্যাচগুলো সম্প্রচার করতে সক্ষম কিনা—ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. স্যাটেলাইটের উচ্চতা, $h = 3.6 \times 10^4\ km = 3.6 \times 10^7\ m$

পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}\ kg$

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6\ m$

তাহলে, রৈখিক বেগ, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$

$= \sqrt{\frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{6.4\times10^6+3.6\times10^7}} = 3072.93\ ms^{-1}$

ঘ. উদ্দীপকের উপগ্রহটি U–19 বিশ্বকাপের ম্যাচগুলো সম্প্রচার করতে সক্ষম হবে যদি এটা ভূ-স্থির উপগ্রহ হয়।
এখন, ভূস্থির উপগ্রহের পর্যায়কাল, $T = 24\ h = 86400\ s$

তাহলে, ভূ-স্থির উপগ্রহের উচ্চতা, $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R = \left\{\frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times(86400)^2}{4\pi^2}\right\}^{\frac{1}{3}} - 6.4\times10^6 = 3.6\times10^7 m$

উদ্দীপকের বঙ্গবন্ধু স্যাটেলাইটও এই উচ্চতায় আছে।
সুতরাং, এটি U–19 বিশ্বকাপের ম্যাচগুলো সম্প্রচার করতে সক্ষম।

09. পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 6×10^{24}kg এবং 6400 km। এর পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2}। মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $6.673\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}$। এর পৃষ্ঠ থেকে একটি উপগ্রহকে 700 km উচ্চতায় তোলা হলো। **[Ctg.B'19]**
(গ) পৃথিবীর পৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় উপগ্রহের ওজন পৃথিবী পৃষ্ঠের ওজনের 80% হবে? নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের উৎক্ষেপিত উপগ্রহটি চাঁদের মতো উপগ্রহ হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি, $\frac{g'}{g} = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2$। এখন, $g' = 0.8g \therefore 0.8 = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 \Rightarrow \left(1+\frac{h}{R}\right)^2 = \frac{5}{4}$
$\Rightarrow h = \left(\frac{\sqrt5}{2}-1\right)R = \left(\frac{\sqrt5}{2}-1\right)\times6.4\times10^6 = 7.554\times10^5 m$
∴ পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে $7.554\times10^5 m$ উচ্চতায়।

ঘ. আবর্তনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{(R+h)^3}{GM}} = 2\pi\sqrt{\frac{(6.4\times10^6+7.554\times10^5)^3}{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}} = 6010.292\ s$
অর্থাৎ, উপগ্রহটির আবর্তনকাল হবে 6010.292 s এর আবর্তনকাল চাঁদ অপেক্ষা যথেষ্ট কম হবে।

10. 6.4×10^6m ব্যাসার্ধের একটি গ্রহ নিজ অক্ষে 24 ঘণ্টায় একবার ঘুরে। একজন বিজ্ঞানী গ্রহটির সাথে অভিকর্ষীয় ত্বরণ g -এর সম্পর্ক স্থাপনের জন্য 58° উত্তর অক্ষাংশের সাথে একটি স্থানে 80 kg ভরের একটি বস্তু রাখলেন। অভিকর্ষীয় ত্বরণ $g = 9.80\ ms^{-2}$। **[SB'19]**
(গ) উক্ত স্থানে গ্রহটির ঘূর্ণনের জন্য বস্তুটির রৈখিক বেগ কত? ৩
(ঘ) উক্ত স্থানে বস্তুটির ওজন গ্রহটির পৃষ্ঠে বস্তুর ওজনের চেয়ে বেশি না কম হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. $\omega = \frac{2\pi}{24\times3600} = 7.272\times10^{-5}\ rads^{-1}$
∴ বস্তুর রৈখিক বেগ, $v = \omega r = 7.272\times10^{-5}\times6.4\times10^6 = 465.422\ ms^{-1}$

ঘ. $g' = g - \omega^2R\cos^2\lambda = 9.8 - \left(\frac{2\pi}{24\times3600}\right)^2\times6.4\times10^6\times\cos^2 58° = 9.79$
∴ ঐ অবস্থায় ওজন, $W_2 = 9.79\times80 = 783.2\ N$
সাধারণ অবস্থায় ওজন, $W_1 = 9.8\times80\ N = 784\ N$ ∴ পার্থক্য $= W_1 - W_2 = 0.8\ N$ ∴ ওজন কম হবে।

11. পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে 600 km উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ স্থাপন করা হলো। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km এবং পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2}। **[BB'19]**
(গ) উদ্দীপকের উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের উপগ্রহটি ভূ-স্থির উপগ্রহে রূপান্তর করা সম্ভব কিনা-গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. $g' = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 g = \left(\frac{6.4\times10^6}{6.4\times10^6+6\times10^5}\right)^2\times9.8 = 8.192\ ms^{-2}$

ঘ. ভূ-স্থির উপগ্রহের জন্য, $h = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R = \left(\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}} - R$
$= \left\{\frac{9.8\times(6.4\times10^6)^2\times(24\times3600)^2}{4\pi^2}\right\}^{\frac{1}{3}} - 6.4\times10^6 = 3.6\times10^7\ m$
∴ আরও $(3.6\times10^7 - 6\times10^5)$ বা 3.54×10^7 m উচ্চতায় উঠালে তা ভূ-স্থির উপগ্রহে রূপান্তর হবে।

12. একটি কৃত্রিম উপগ্রহ কেনেডি স্পেস সেন্টার হতে উৎক্ষেপণের পর এটি ভূ-পৃষ্ঠ হতে $3.58 \times 10^7 m$ উচ্চতায় নিরক্ষরেখা বরাবর পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করছে। পৃথিবীর ভর $5.972 \times 10^{24} kg$, ব্যাসার্ধ $6.4 \times 10^6 m$, মহাকর্ষ ধ্রুবক $G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$। **[JB'19]**

(গ) উপগ্রহটির পর্যায়কাল বের কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত উপগ্রহটি একটি ভূ-স্থির উপগ্রহের ন্যায় আচরণ করে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. এখানে, $(R + h) = (6.4 + 35.8) \times 10^6$ m ; $M = 5.972 \times 10^{24}$ kg ; $G = 6.67 \times 10^{-11}$ Nm^2kg^{-2}

আমরা জানি, $(R+h)^3 = \frac{GMT^2}{4\pi^2} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{(R+h)^3.4\pi^2}{GM}} = \sqrt{\frac{(42.2\times10^6)^3 \times4\times(3.1416)^2}{6.673\times10^{-11}\times 5.972 \times 10^{24}}} = 86283.7672 \text{ s} = 23.96 \text{ hrs}$

ঘ. 06 নং প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।

13. **[Din.B'19]**

গ্রহের নাম	ভর	ব্যাসার্ধ	সূর্য হতে দূরত্ব
মঙ্গল	$6.39 \times 10^{23} kg$	3390 km	227.9×10^6 km
পৃথিবী	$5.97 \times 10^{24} kg$	6378 km	149.6×10^6 km

এবং মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $G = 6.673 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$

(গ) মঙ্গল পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উভয় গ্রহে কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ সমান হবে কিনা- গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ.

মঙ্গলপৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = \frac{GM}{R^2}$

$\therefore g = \frac{6.673\times10^{-11}\times6.39\times10^{23}}{(3.39\times10^6)^2} = 3.71 ms^{-2}$ **(Ans.)**

ভর, $M = 6.39 \times 10^{23} kg$
ব্যাসার্ধ, $R = 3390 \times 10^3 m$

ঘ. মঙ্গল গ্রহে মুক্তিবেগ, $v_{e_1} = \sqrt{\frac{2GM_1}{R_1}} = \sqrt{\frac{2\times6.673\times10^{-11}\times6.39\times10^{23}}{3.39\times10^6}} = 5015.63 ms^{-1}$

পৃথিবীর মুক্তিবেগ, $v_{e_2} = \sqrt{\frac{2GM_2}{R_2}} = \sqrt{\frac{2\times6.673\times10^{-11}\times5.97\times10^{24}}{6.378\times10^6}} = 11176.8769 \ ms^{-1}$

$\therefore$ উভয় গ্রহে মুক্তিবেগ সমান হবে না।

14. **5kg** ভরের একটি বস্তু ভূ-পৃষ্ঠ হতে মুক্তিবেগে নিক্ষেপ করায় সেটি মহাশূন্যের অন্য একটি গ্রহে পৌঁছায় যার ভর পৃথিবীর ভরের ষোলগুণ এবং ব্যাস পৃথিবীর ব্যাসার্ধের আটগুণ। (পৃথিবীর ভর = $6 \times 10^{24} kg$, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $6.4 \times 10^3 km$) **[All B'18]**

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত অন্য গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত বস্তুটির ভর অর্ধেক হলেও ঐ বস্তুটিকে পুনরায় অন্য গ্রহটি হতে মহাশূন্যে নিক্ষেপ করতে প্রয়োজনীয় মুক্তিবেগ ভূপৃষ্ঠের মুক্তিবেগের সমান হবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক তোমার মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. নতুন গ্রহ ও পৃথিবীর ভর যথাক্রমে M_N ও M_E এবং ব্যাসার্ধ R_N ও R_E হলে,

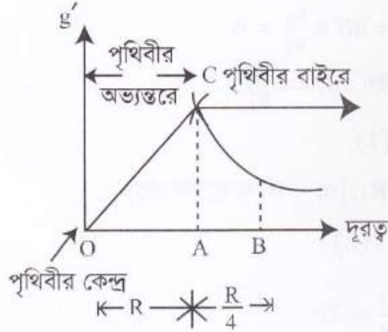
$M_N = 16M_E$; $D_N = 8R_E \Rightarrow R_N = 4R_E$

$\therefore$ অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_N = \frac{GM_N}{R_N^2} = \frac{G16M_E}{16R_E^2} = \frac{6.67\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{(6.4\times10^6)^2} = 9.77 ms^{-2}$ **(Ans.)**

ঘ. নতুন গ্রহ হতে মুক্তিবেগ, $v_{EN} = \sqrt{\frac{2GM_N}{R_N}} = \sqrt{\frac{2G16M_E}{4R_E}} = 2\sqrt{\frac{2GM_E}{R_E}} = 2 \times v_{E_E} = 2 \times$ পৃথিবী হতে মুক্তিবেগ

সুতরাং বস্তুটির ভর অর্ধেক হলেও ঐ বস্তুটিকে পুনরায় অন্য গ্রহ হতে মহাশূন্যে নিক্ষেপ করতে মুক্তিবেগ ভূপৃষ্ঠের মুক্তিবেগের সমান হবে না।

15.



উদ্দীপকে পৃথিবীর কেন্দ্র হতে দূরত্ব সাপেক্ষে অভিকর্ষজ ত্বরণের লেখচিত্র দেখানো হয়েছে। পৃথিবীর ভর, $\mathbf{M = 6.0 \times 10^{24} kg}$ এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $\mathbf{R = 6400 km}$। **[DB'17]**

(গ) উদ্দীপকের A বিন্দুতে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য নির্ণয় কর। ৪

উত্তর

গ. A বিন্দুটি হচ্ছে পৃথিবীপৃষ্ঠ।

দেওয়া আছে, পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$kg

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6400\text{km} = 6.4 \times 10^6$m

$\therefore$ মহাকর্ষীয় প্রাবল্য $= \frac{GM}{R^2} = \frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{(6.4\times10^6)^2} = 9.775\text{ms}^{-2}$

16. একদল বিজ্ঞানী **100kg** ভরের একটি কৃত্রিম উপগ্রহকে $\mathbf{3.6 \times 10^4 km}$ উপরে উঠিয়ে $\mathbf{3.1 kms^{-1}}$ রৈখিক বেগ প্রদান করে চাঁদ সদৃশ উপগ্রহে পরিণত করার চেষ্টা করল। পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ চাদেঁর ভর ও ব্যাসার্ধের যথাক্রমে **81** ও **16** গুণ। পৃথিবী হতে চাঁদের দূরত্ব $\mathbf{3 \times 10^5 km}$। পৃথিবীতে অভিকর্ষজ ত্বরণ $\mathbf{9.8 ms^{-2}}$, মহাকর্ষ ধ্রুবকের মান $\mathbf{6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}}$। **[Ctg.B'17]**

(গ) পৃথিবী ও চাঁদের মধ্যবর্তী কোনো বিন্দুতে মহাকর্ষ প্রাবল্য সমান হবে? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের কৃত্রিম উপগ্রহটি চাঁদের মত উপগ্রহে পরিণত হবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. মনে করি, পৃথিবীর ভর $= M_e$, চাঁদের ভর $= M_m$, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $= R_e$, চাঁদের ব্যাসার্ধ $= R_m$

$\therefore$ দেওয়া আছে, $\frac{M_e}{M_m} = 81$ ও $\frac{R_e}{R_m} = 16$

পৃথিবী হতে চাঁদের দূরত্ব, $d = 3 \times 10^5\text{km} = 3 \times 10^8$m

ধরি, পৃথিবী হতে x দূরত্বে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য শূন্য।

x   d−x

$\therefore \frac{GM_e}{x^2} = \frac{GM_m}{(d-x)^2} \Rightarrow \left(\frac{x}{d-x}\right)^2 = \frac{M_e}{M_m} \Rightarrow \left(\frac{x}{d-x}\right)^2 = 81$

$\Rightarrow \frac{x}{d-x} = 9 \Rightarrow x = 9d - 9x \Rightarrow x = \frac{9d}{10} = 2.7 \times 10^8$m

$\therefore$ পৃথিবী হতে 2.7×10^8m দূরত্বে মহাকর্ষীয় প্রাবল্য সমান হবে।

ঘ. 06 নং প্রশ্নের (ঘ) এর অনুরূপ।

17. কোনো গ্রহের একটি কৃত্রিম উপগ্রহ বৃত্তাকার কক্ষপথে $\mathbf{7.8 kms^{-1}}$ বেগে ঘুরছে, যেখানে অভিকর্ষজ ত্বরণ $\mathbf{9.0 ms^{-2}}$। অন্য একটি গ্রহের সাথে গ্রহটির ভর ও ব্যাসার্ধের অনুপাত যথাক্রমে **80:1** ও **4:1**। **[SB'17]**

(গ) বৃত্তাকার কক্ষপথের উচ্চতা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) গ্রহ দুটির মধ্যে একটি নভোযান যাতায়াত করলে কোনো গ্রহ হতে অধিক গতিশক্তি নিয়ে নভোযানটিকে যাত্রা শুরু করতে হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর। ৪

উত্তর

গ. বেগ, $v = 7.8\ \text{kms}^{-1} = 7800\ \text{ms}^{-1}$; কক্ষপথে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_s = 9.0\ \text{ms}^{-2}$

গ্রহের ভর $= M$ ও কক্ষপথের ব্যাসার্ধ $= r$ হলে, $mg_s = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow r = \frac{v^2}{g_s} = \frac{(7800)^2}{9.0}\text{m} = 6.76 \times 10^6$m

ঘ. মনে করি, গ্রহদ্বয়ের ভর যথাক্রমে M_1, M_2 এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে R_1 ও R_2। $\therefore \frac{M_1}{M_2} = 80$ ও $\frac{R_1}{R_2} = 4$

$\therefore$ প্রথম গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_1 = \frac{GM_1}{R_1^2}$ এবং ২য় গ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_2 = \frac{GM_2}{R_2^2}$

$\therefore$ প্রথম গ্রহ হতে যাত্রা করতে প্রয়োজনীয় গতিশক্তি, $E_{k_1} = \frac{1}{2} m v^2{}_{escape} \cdots\cdots\cdots (1)$

$= \frac{1}{2} m(2g_1R_1) = mg_1R_1$, [m = নভোযানের ভর]

তেমনি, ২য় গ্রহ হতে যাত্রা করতে প্রয়োজনীয় গতিশক্তি, $E_{k_2} = \frac{1}{2} m v^2_{escape} \cdots\cdots\cdots (2)$

$= \frac{1}{2} m(2g_2R_2) = mg_2R_2 \therefore \frac{E_{k_1}}{E_{k_2}} = \frac{g_1R_1}{g_2R_2} = \frac{\frac{GM_1}{R_1^2}R_1}{\frac{GM_2}{R_2^2}R_2} = \left(\frac{M_1}{M_2}\right) \times \left(\frac{R_2}{R_1}\right) = 80 \times \frac{1}{4} = 20$

$\therefore$ প্রথম গ্রহ থেকে নভোযানটিকে বেশি শক্তি নিয়ে যেতে হবে।

18. পৃথিবী নিজ অক্ষের চারদিকে 24 ঘন্টায় একবার প্রদক্ষিণ করে, একে আহ্নিক গতি বলে। পৃথিবীর এই ঘূর্ণন গতির জন্য অভিকর্ষীয় ত্বরণ সর্বত্র সমান নয়। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ **6400km** এবং ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষীয় ত্বরণ $\mathbf{9.8ms^{-2}}$। **[BB'17]**

(গ) পৃথিবীর $45°$ অক্ষাংশে অবস্থিত অঞ্চলে অভিকর্ষীয় ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বিষুব অঞ্চলে অবস্থিত কোনো বস্তুর অভিকর্ষীয় ত্বরণ শূন্য হতে হলে পৃথিবীর কৌণিক বেগের কিরূপ পরিবর্তন করতে হবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$; অক্ষাংশ, $\lambda = 45°$

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6400\ km = 6.4 \times 10^6 m$

পৃথিবীর কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{24\times3600}\ rads^{-1} = 7.2722 \times 10^{-5}\ rads^{-1}$

$\therefore$ $45°$ অক্ষাংশে কোনো স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = g - \omega^2 R\cos^2\lambda$

$= [9.8 - (7.2722 \times 10^{-5})^2 \times 6.4 \times 10^6 \times \cos^2 45°]\ ms^{-2} = 9.783\ ms^{-2}$

ঘ. ভূ পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

বিষুব অঞ্চলে অক্ষাংশ, $\lambda = 0°$

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6400km = 6.4 \times 10^6 m$

পৃথিবীর কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{24\times3600}\ rads^{-1} = 7.2722 \times 10^{-5}\ rads^{-1}$

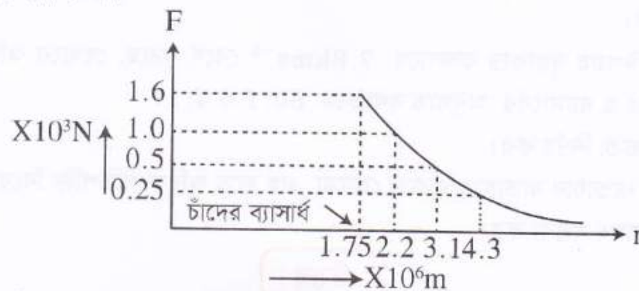
মনে করি, পৃথিবীর কৌণিক বেগ ω' হলে, বিষুব অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ শূন্য হবে।

$\therefore g' = 0 \Rightarrow g - \omega'^2 R\cos^2\lambda = 0 \Rightarrow \omega'^2 R\cos^2 0° = g \Rightarrow \omega' = \sqrt{\frac{g}{R}} = \sqrt{\frac{9.8}{6.4\times10^6}}\ rads^{-1} = 1.24 \times 10^{-3}\ rads^{-1}$

$\therefore$ পরিবর্তিত কৌণিক বেগ $1.24 \times 10^{-3}\ rads^{-1}$ হলে বিষুব অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ শূন্য হবে।

$\therefore \frac{\omega'}{\omega} = \frac{1.24\times10^{-3}}{7.2722\times10^{-5}} \approx 17$। $\therefore$ পৃথিবীর কৌণিক বেগ 17 গুণ করতে হবে।

19. লেখচিত্রে দেখানো হল চন্দ্রের কেন্দ্র থেকে দূরত্ব **r**, চন্দ্র পৃষ্ঠের উপরের বিভিন্ন দূরত্বের সাথে **1000kg** ভরের একটি বস্তুর উপর চন্দ্রের অভিকর্ষজ বল **F** এর পরিবর্তন। **[JB'17]**



দেওয়া আছে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $\mathbf{6.4 \times 10^6 m}$. পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ $\mathbf{g = 9.8ms^{-2}, G = 6.67 \times 10^{-11}Nm^2\ kg^{-2}}$।

(গ) উদ্দীপকের ডাটা ব্যবহার করে চন্দ্রের ভর নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের ডাটা ব্যবহার করে পৃথিবী পৃষ্ঠ ও চন্দ্র থেকে $\mathbf{2.55 \times 10^6 m}$ উচ্চতায় ঐ বস্তুর উপর অভিকর্ষজ বলের তুলনা কর। ৪

উত্তর

গ. গ্রাফ হতে, চন্দ্রের ব্যাসার্ধ, $R_m = 1.75 \times 10^6 m$

চন্দ্রপৃষ্ঠে $m = 1000$ kg ভরের বস্তুর ওজন, $W_m = mg_m \Rightarrow 1.6 \times 10^3 = 1000 \times g_m \Rightarrow g_m = 1.6\ ms^{-2}$

মনে করি, চন্দ্রের ভর $= M_m \therefore g_m = \frac{GM_m}{R_m^2} \Rightarrow M_m = \frac{g_m R_m^2}{G} = \frac{1.6\times(1.75\times10^6)^2}{6.67\times10^{-11}}$ kg $= 7.35 \times 10^{22}$ kg

ঘ. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6 m$

পৃথিবী পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

উচ্চতা, $h = 2.55 \times 10^6 m$

মনে করি, পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ $= g'$

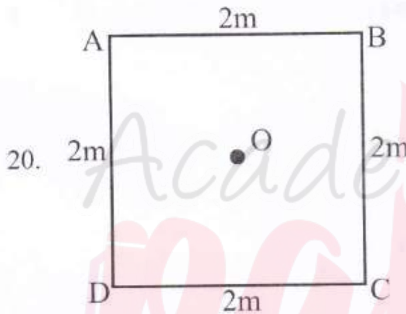
$\therefore \frac{g'}{g} = \frac{R^2}{(R+h)^2} \Rightarrow g' = g\left(\frac{6.4\times10^6}{6.4\times10^6+2.55\times10^6}\right)^2 = 5.011\ ms^{-2}$

$\therefore$ h উচ্চতায় $m = 10^3$kg ভরের বস্তুর ওজন, $W_e = mg' = 5011$ N

গ্রাফ হতে, চন্দ্র পৃষ্ঠ থেকে $2.55 \times 10^6 m$ উচ্চতায়, $g'_m = \left\{\frac{1.75\times10^6}{(1.75+2.55)\times10^6}\right\} \times 1.6 = 0.265\ ms^{-2}$ ∴চন্দ্রপৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায়

বস্তুটির ওজন, $W_m = mg'_m = 265$ N

$\therefore$ অভিকর্ষজ বলের অনুপাত $= \frac{5011}{265} = 18.91$

20. 

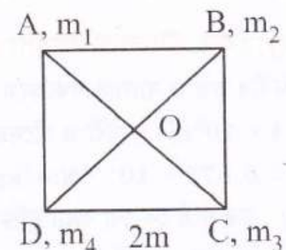
2m বাহুবিশিষ্ট ABCD বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্র O এবং উক্ত বিন্দুতে 1 kg ভরের বস্তু রাখা আছে। A, B, C ও D বিন্দুতে যথাক্রমে 4kg, 4kg, 2kg,ও 2kg ভরের চারটি বস্তু রাখা আছে। [$G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$] **[CB'17]**

(গ) 'O' বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) O বিন্দুতে বস্তুটি স্থির থাকবে কিনা– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $AB = BC = CD = AD = 2m$



$AC = BD = 2\sqrt{2}m \therefore OA = OB = OC = OD = \frac{AC}{2} = \sqrt{2}$ m

$m_1 = m_2 = 4kg$; $m_3 = m_4 = 2kg$

$\therefore$ O বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব, $V = -G\left[\frac{m_1}{OA} + \frac{m_2}{OB} + \frac{m_3}{OC} + \frac{m_4}{OD}\right]$

$= -G\left[\frac{4}{\sqrt{2}} + \frac{4}{\sqrt{2}} + \frac{2}{\sqrt{2}} + \frac{2}{\sqrt{2}}\right]$ $Jkg^{-1} = -5.66 \times 10^{-10}$ Jkg^{-1}

ঘ. $m_1 = 4kg$ এর জন্য মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য,

$E_A = \frac{Gm_1}{OA^2} = \frac{6.673\times10^{-11}\times4}{(\sqrt{2})^2}\ Nkg^{-1} = 1.3346\times10^{-10}\ Nkg^{-1}, \overrightarrow{OA}$ বরাবর।

$m_2 = 4kg$ এর জন্য মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য,

$E_B = \frac{Gm_2}{OB^2} = \frac{6.673\times10^{-11}\times4}{(\sqrt{2})^2}\ Nkg^{-1} = 1.3346\times10^{-10}\ Nkg^{-1}, \overrightarrow{OB}$ বরাবর।

$m_3 = 2kg$ এর জন্য মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য,

$E_C = \frac{Gm_3}{O_C^2} = \frac{6.673\times10^{-11}\times2}{(\sqrt{2})^2}\ Nkg^{-1} = 6.673\times10^{-11}Nkg^{-1}, \overrightarrow{OC}$ বরাবর।

একইভাবে, $E_D = 6.673\times10^{-11}\ Nkg^{-1}, \overrightarrow{OD}$ বরাবর।

E_A ও E_C বিপরীতমুখী,

∴ তাদের লব্ধি, $E_{AC} = E_A - E_C = 6.673\times10^{-11}\ Nkg^{-1}, \overrightarrow{OA}$ বরাবর, E_B ও E_D বিপরীতমুখী।

∴ তাদের লব্ধি, $E_{BD} = E_B - E_D = 6.673\times10^{-11}\ Nkg^{-1}, \overrightarrow{OB}$ বরাবর।

∴ চারটি প্রাবল্যের লব্ধি, $E = \sqrt{E_{AC}^2 + E_{BD}^2}$

$= \sqrt{(6.673\times10^{-11})^2 + (6.673\times10^{-11})^2}\ Nkg^{-1} = 9.437\times10^{-11}\ Nkg^{-1}$

যেহেতু O বিন্দুর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রপ্রাবল্য শূন্য নয়, সেহেতু এই বিন্দুতে কোনো বস্তু রাখলে তা স্থির থাকবে না।

A, $m_1 = 4kg$ B, $m_2 =$ O D, $m_4 = 2kg$ C, $m_3 =$

A B E_A E_B E_C E_D D C

21. একটি মহাজাগতিক বস্তুর ব্যাসার্ধ ও ভর যথাক্রমে $\mathbf{3.2\times10^6 m}$ এবং $\mathbf{4\times10^{24}kg}$ । মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $\mathbf{G = 6.673\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}}$। একটি ধূমকেতুর আঘাতে মহাজাগতিক বস্তুটি আটটি সমান খণ্ডে বিভক্ত হল। **[Din.B'17]**

(গ) মহাজাগতিক বস্তুর পৃষ্ঠে মধ্যাকর্ষণজনিত ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) প্রতিটি খন্ডের মুক্তিবেগ মূল বস্তুটির মুক্তি বেগের এক অষ্টমাংশ হবে কিনা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. মহাজাগতিক বস্তুর ভর, $M = 4\times10^{24}kg$

মহাজাগতিক বস্তুর ব্যাসার্ধ, $R = 3.2\times10^6m$

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673\times10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$

∴ পৃষ্ঠে মধ্যাকর্ষণজনিত ত্বরণ, $g = \frac{GM}{R^2} = \frac{6.673\times10^{-11}\times4\times10^{24}}{(3.2\times10^6)^2}\ ms^{-2} = 26.07\ ms^{-2}$

ঘ. মহাজাগতিক বস্তুর ভর, $M = 4\times10^{24}kg$

মহাজাগতিক বস্তুর ব্যাসার্ধ, $R = 3.2\times10^6m$

1টি খন্ডের ভর, $m = \frac{M}{8}$ ও ব্যাসার্ধ = r হলে, $8\times\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi R^3 \Rightarrow 8r^3 = R^3 \Rightarrow r = \frac{R}{2}$

∴ মহাজাগতিক বস্তুর মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{2gR} = \sqrt{\frac{2GM}{R^2}R} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

∴ খন্ডের মুক্তিবেগ, $v_e' = \sqrt{\frac{2Gm}{r}}\ \therefore \frac{v_e}{v_e'} = \sqrt{\frac{M}{m}\times\frac{r}{R}} = \sqrt{8\times\frac{1}{2}} = \sqrt{4} = 2 \therefore v_e = 2v_e' \Rightarrow v_e' = \frac{v_e}{2}$

∴ প্রতিটি খণ্ডের মুক্তিবেগ মূল বস্তুর মুক্তিবেগের এক-অষ্টমাংশ হবে- উক্তিটি যথার্থ নয়। খণ্ডের মুক্তিবেগ মূল বস্তুর মুক্তিবেগের অর্ধেক হবে।

◆ CQ: বোর্ড স্ট্যান্ডার্ড প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে চাঁদের ভর ও ব্যাসার্ধের 81 গুণ ও 4 গুণ। পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে $\mathbf{6\times10^{24}kg}$ এবং $\mathbf{6.4\times10^6m}$। পৃথিবী ও চাঁদের মধ্যবর্তী দূরত্ব $\mathbf{3.84\times10^8m}$ এবং পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ $\mathbf{9.8ms^{-2}}$। $\mathbf{G = 6.673\times10^{-11}Nm^2kg^{-2}}$।

(গ) চন্দ্রপৃষ্ঠে কোনো বস্তুর মুক্তিবেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) চাঁদের বেগ বর্তমান বেগ থেকে 42% বৃদ্ধি করলে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করবে কি না গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

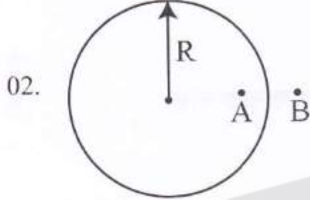
উত্তর

গ. চন্দ্রপৃষ্ঠে বস্তুর মুক্তিবেগ $= \sqrt{2gR} = \sqrt{\frac{2GMR}{R^2}} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2\times6.673\times10^{-11}\times\frac{1}{81}\times6\times10^{24}}{\frac{1}{4}\times6.4\times10^{6}}} = 2.48\ kms^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ. পৃথিবীর ভর M, পৃথিবী ও চাঁদের মধ্যবর্তী দূরত্ব r, ঐ অবস্থানে চন্দ্রের মুক্তিবেগ V_E ও চন্দ্রের বেগ V_0 ধরি।

আমরা জানি, $v_E = \sqrt{\frac{2GM}{r}} \Rightarrow v_E = \sqrt{2}\sqrt{\frac{GM}{r}} \Rightarrow v_E = \sqrt{2}\,v_0 \ \therefore v_E = 1.41\ V_0$

বেগের 42% বাড়ালে শেষবেগ $V = 1.42\ v_0 > v_E$ অর্থাৎ, বেগ মুক্তিবেগের চেয়ে বড় বলে তা আর পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করবে না।

02. 

উদ্দীপকে একটি নিরেট গ্রহ দেখানো হলো যার ভর এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 1.9×10^{27}**kg** এবং 7×10^{7}**m**। গ্রহটির পৃষ্ঠ হতে **150km** দূরে দুটি বিন্দু হলো **A** এবং **B**। **A** বিন্দুটি গ্রহের অভ্যন্তরে এবং **B** বিন্দুটি গ্রহের বাহিরে অবস্থিত।

(গ) গ্রহটির পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) **A** এবং **B** উভয় বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব সমান হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. মহাকর্ষীয় প্রাবল্য $= \frac{GM}{r^2} = \frac{6.673\times10^{-11}\times1.9\times10^{27}}{(7\times10^7)^2} = 25.87\ Nkg^{-1}$

ঘ. A বিন্দুটি গ্রহের অভ্যন্তরে অবস্থিত। মহাকর্ষীয় বিভব,

$V_A = -\frac{GM'}{r} = \frac{-G\frac{4}{3}\pi(R-h)^3\rho}{(R-h)} = -G\frac{4}{3}\pi(R-h)^2\rho = -\frac{G\frac{4}{3}\pi(R-h)^2M}{\frac{4}{3}\pi R^3} = -G\frac{(R-h)^2}{R^3}M$

$= -\frac{6.673\times10^{-11}\times(7\times10^7-150\times10^3)^2\times1.9\times10^{27}}{(7\times10^7)^3} \ \therefore V_A = -1.803\times10^9 Nmkg^{-1}$

B বিন্দুটি গ্রহের বাইরে বলে, $V_B = -\frac{GM}{(R+h)}$

$\therefore V_B = -\frac{6.673\times10^{-11}\times1.9\times10^{27}}{(7\times10^7+150\times10^3)} = -1.807\times10^9 Nmkg^{-1}$

A ও B বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব সম্পূর্ণ সমান না হলেও প্রায় সমান।

03. পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে বেশ উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ $7.5\ kms^{-1}$ বেগে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করছে। পৃথিবীর ভর এবং ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 6×10^{24}**kg** এবং **6000km**।

(গ) উদ্দীপকের উপগ্রহটি পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে কত উঁচুতে থেকে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করে নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কৃত্রিম উপগ্রহটি ভূ-স্থির উপগ্রহ কিনা যাচাই কর। ৪

উত্তর

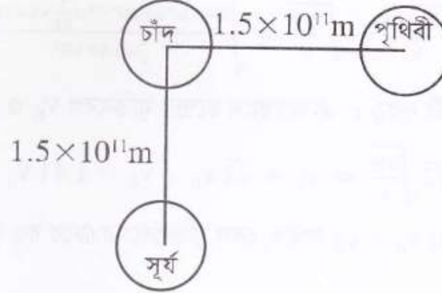
গ. কৃত্রিম উপগ্রহের ক্ষেত্রে, বেগ, $v = \sqrt{\frac{GM}{R+h}} \Rightarrow R + h = \frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{(7.5\times10^3)^2}$

$\therefore h = 7.12\times10^6 - 6000\times10^3 = 1117.87\ km$

ঘ. কৃত্রিম উপগ্রহটির আবর্তনকাল, $T = \frac{2\pi(R+h)}{v} \ \therefore\ T = \frac{2\pi\times(7.12\times10^6)}{7.5\times10^3} = 5964.83s = 1.65\ hour$

$\therefore$ কৃত্রিম উপগ্রহটি ভূ-স্থির উপগ্রহ নয়, কেননা এর আবর্তনকাল 24 hour নয়।

04. পাশের চিত্রে কোনো একদিন সূর্য, পৃথিবী ও চাঁদের পরস্পরের সাপেক্ষে অবস্থান দেখানো হয়েছে। সূর্য, পৃথিবী ও চাঁদের ভর যথাক্রমে 1.99×10^{30}kg, 6×10^{24}kg ও 7.3×10^{22}kg।



(গ) চাঁদের উপর ক্রিয়াশীল মহাকর্ষীয় বলের লব্ধির মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) চাঁদ এবং সূর্যের মধ্যে কোনটি পৃথিবীকে বেশি বলে নিজের দিকে আকর্ষণ করবে? উত্তরের স্বপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

উত্তর

গ. চাঁদের উপর ক্রিয়াশীল মহাকর্ষ বলের লব্ধির মান,

$$F_t = \sqrt{F_e^2 + F_s^2} = \sqrt{\left(\frac{GM_e m}{R_1^2}\right)^2 + \left(\frac{GM_s m}{R_2^2}\right)^2} = Gm\sqrt{\left(\frac{M_e^2}{R_1^4} + \frac{M_s^2}{R_2^4}\right)}$$

$$= 6.673 \times 10^{-11} \times 7.3 \times 10^{22} \times \sqrt{\frac{(6\times10^{24})^2}{(1.5\times10^{11})^4} + \frac{(1.99\times10^{30})^2}{(1.5\times10^{11})^4}} = 4.3 \times 10^{20}\text{N}$$

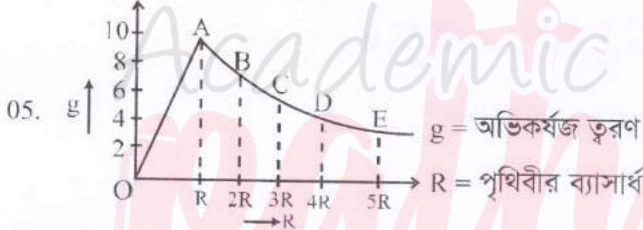
ঘ. চাঁদ ও পৃথিবীর মধ্যকার আকর্ষণ বল,

$$F_1 = \frac{GM_e m}{R_1^2} = \frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times7.3\times10^{22}}{(1.5\times10^{11})^2} \quad \therefore F_1 = 1.30 \times 10^{15}\text{N}$$

সূর্য ও পৃথিবীর মধ্যকার আকর্ষণ বল,

$$F_2 = \frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}\times1.99\times10^{30}}{(1.5\times10^{11})^2} = 3.54 \times 10^{22}\text{ N}$$ ∴ সূর্য বেশি বলে আকর্ষণ করবে।

05.



ভূকেন্দ্র থেকে দূরত্বের সাথে অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তনের লেখচিত্র।

(গ) **D বিন্দুতে g-এর মান নির্ণয় কর।** ৩

(ঘ) **OABCDE লেখটির প্রকৃতি গাণিতিক বিশ্লেষণসহ ব্যাখ্যা কর।** ৪

উত্তর

গ. D বিন্দুতে, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 4R

$\therefore$ g এর মান $= \frac{GM}{(4R)^2} = \frac{1}{16}\cdot\frac{GM}{R^2} = \frac{1}{16} \times 9.8 = 0.6125\text{ms}^{-2}$

R দূরত্বে g এর মান 9.8ms^{-2} বলে 4R দূরত্বে g -এর মান 0.6125ms^{-2}

ঘ. OABCDE লেখটি কেন্দ্র হতে বস্তুর দূরত্বের উপর g -এর মানের নির্ভরশীলতা প্রদর্শন করে।

পৃথিবীর কেন্দ্র হতে ভূপৃষ্ঠ পর্যন্ত, $g = \frac{G\frac{4}{3}\pi(R-h)^3\rho}{(R-h)^2} = \frac{4}{3}\pi G(R-h)\rho$; $(R-h)$ = কেন্দ্র হতে বস্তুর দূরত্ব।

এক্ষেত্রে g ও R এর সম্পর্ক সরলরৈখিক ; যা OA অংশ দ্বারা বোঝানো হয়েছে।

সর্বোচ্চ অভিকর্ষজ ত্বরণ দেখা যায় A বিন্দুতে, অর্থাৎ ভূপৃষ্ঠে। ভূপৃষ্ঠের বাইরে, $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$, এক্ষেত্রে g ও R এর মধ্যকার সম্পর্ক প্যারাবোলিক, যত দূরে যাওয়া যায়, g এর মান তত কমতে থাকে, যা ABCDE অংশে প্রতীয়মান।

06. ভূ-পৃষ্ঠ থেকে 3.6×10^4km উচ্চতায় থেকে একটি কৃত্রিম উপগ্রহ 3 kms^{-1} বেগে পৃথিবীকে আবর্তন করছে। পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে 6×10^{24}kg এবং 6400km. উপগ্রহটির ভর 1000kg । $G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$.

(গ) কৃত্রিম উপগ্রহটির পর্যায়কাল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কৃত্রিম উপগ্রহকে যদি আরো 1000km বেশি উচ্চতায় প্রেরণ করা হতো তাহলে অতিরিক্ত কত কাজ করতে হতো- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. কৃত্রিম উপগ্রহটির পর্যায়কাল, $T = \frac{2\pi(R+h)}{v}$

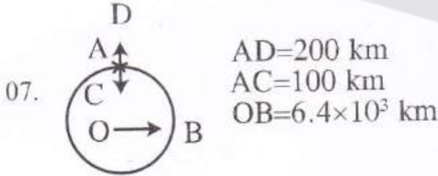
$\Rightarrow T = \frac{2\pi\{(6400\times10^3)+(3.6\times10^4\times10^3)\}}{3\times10^3} = 88802.35 = 24.67$ hour

ঘ. এই দুই বিন্দুর মহাকর্ষীয় বিভবের পার্থক্যের সাহায্যে অতিরিক্ত কাজ নির্ণয় করা সম্ভব।

$W = \left(-\frac{GM}{R_2} + \frac{GM}{R_1}\right)m = \left[GM\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)\right]m$

$= 6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24} \left[\frac{1}{6400\times10^3+3.6\times10^7} - \frac{1}{6400\times10^3+3.6\times10^7+1000\times10^3}\right] \times 1000$

$= 4.0038 \times 10^{14}\left[\frac{1}{4.24\times10^7} - \frac{1}{4.34\times10^7}\right] \times 1000 = 2.17 \times 10^8$J

07. 

গ্রহটির ভর $= 6 \times 10^{24}$kg

(গ) D বিন্দুতে অভিকর্ষীয় ত্বরণ কত? ৩

(ঘ) 10kg ভরের একটি একটি বস্তুকে A থেকে C তে নিয়ে যাওয়া যায় তবে এর ওজনের কোনো পরিবর্তন ঘটবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উত্তর দাও। ৪

উত্তর

গ. D বিন্দুটি গ্রহের বাইরে বলে, $g = \frac{GM}{(R+h)^2} \Rightarrow g = \frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{(6.4\times10^3\times10^3+200\times10^3)^2} = 9.19\ ms^{-2}$

ঘ. A বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_A = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow g_A = \frac{6.673\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{(6.4\times10^6)^2} = 9.77ms^{-2}$

C বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_C = \left(1 - \frac{h}{R}\right)g = 9.8 \times \left(1 - \frac{100\times10^3}{6.4\times10^6}\right) = 9.65\ ms^{-1}$

বস্তুর ওজন = ভর × অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে কোনো বস্তুকে A থেকে C বিন্দুতে নিয়ে গেলে বস্তুর ওজন হ্রাস পাবে।

A বিন্দুতে ওজন $= (10 \times 9.77)N = 97.7N$; C বিন্দুতে ওজন $= (10 \times 9.65)N = 96.5N$

08. মিথিলা ও শিলা দুই বান্ধবী পৃথিবীর ঘূর্ণন ক্রিয়া এবং তার প্রভাবে পৃথিবীর অভিকর্ষ বলের পরিবর্তন নিয়ে আলোচনা করছিল। পাশপাশি সৌরজগৎ নিয়েও কথা হচ্ছিল। সূর্য হতে পৃথিবীর গড় দূরত্ব 15 কোটি কি.মি.।

(গ) সূর্য হতে পৃথিবীর দূরত্ব যদি বর্তমান দূরত্বের অর্ধেক হয়, তাহলে এক বছরে দিনের সংখ্যা কত হবে? ৩

(ঘ) পৃথিবীর আবর্তন বন্ধ হলে নিরক্ষরেখায় অবস্থিত কোনো বস্তুর ওজনের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. কেপলারের তৃতীয় সূত্র হতে, $T^2 \propto R^3$

$\therefore \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3} \Rightarrow \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{\left(\frac{R_1}{2}\right)^3} \Rightarrow T_2^2 = \left(\frac{R_1}{2}\right)^3 \frac{T_1^2}{R_1^3} \Rightarrow T_2^2 = \frac{T_1^2}{8}\ \therefore T_2 = 0.3535T_1$

$\therefore$ এক বছরে দিনের সংখ্যা হবে, $(0.3535 \times 365) = 129$ days

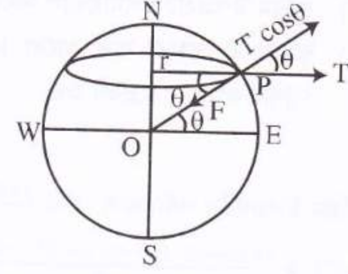
ঘ. পৃথিবীর আবর্তনের ফলে পৃথিবীর উপরস্থ কোনো বস্তু ω কৌণিক বেগ নিয়ে পৃথিবীর সাথে ঘোরে ও একটি কেন্দ্রাতিগ বল অনুভব করে।

$g_\theta = \frac{GM}{R^2} - \omega^2 R\cos^2\theta$

বিষুব অঞ্চলে, $\theta = 0°$; $g_\theta = \frac{GM}{R^2} - \omega^2 R$

পৃথিবীর ঘূর্ণন বন্ধ হয়ে গেলে $\omega = 0$; সুতরাং $g_\theta = \frac{GM}{R^2}$

অর্থাৎ, পৃথিবীর আবর্তন বন্ধ হয়ে গেলে নিরক্ষরেখায় বস্তুর ওজন বৃদ্ধি পাবে।



09. A এবং B দুটি বস্তুর ভর যথাক্রমে 800kg এবং 600kg তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব 5m। A এবং B বস্তু দুটি হতে যথাক্রমে 4m এবং 3m দূরে কোনো বিন্দু P তে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র সৃষ্টি করে।

(গ) P বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভবের মান বের কর। ৩

(ঘ) P বিন্দুতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্যের মান বের কর। ৪

উত্তর

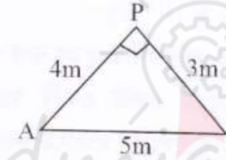
গ. P বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব হলো A ও B বিন্দুতে রাখা বস্তুদ্বয়ের ফলে বিভবের সমষ্টি।

$V_\rho = -G\left(\frac{800}{4} + \frac{600}{3}\right) = -2.669 \times 10^{-8} \text{Jkg}^{-1}$

ঘ. P বিন্দুতে A ও B বিন্দু সমকোণ গঠন করে।

∴ মহাকর্ষীয় প্রাবল্য, $E_\rho = \sqrt{E_A^2 + E_B^2} = \sqrt{\left(\frac{GM_A}{R_A^2}\right)^2 + \left(\frac{GM_B}{R_B^2}\right)^2}$

$= G\sqrt{\left(\frac{800}{4^2}\right)^2 + \left(\frac{600}{3^2}\right)^2} = 5.56 \times 10^{-9} \text{Nkg}^{-1}$



10. বিষুব রেখায় পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400Km, অক্ষাংশ 0°, অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8ms^{-2} এবং পৃথিবীর আবর্তনকাল 24 ঘন্টা।

(গ) বিষুবরেখা থেকে কত উচ্চতায় কোনো বস্তুর ওজন ভূ-পৃষ্ঠের 40% হবে নির্ণয় করো। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে পৃথিবীর কৌণিক বেগ বর্তমানের 17 গুণ হলে বিষুবরেখার ওপর অবস্থিত কোনো বস্তু ছিটকে যাওয়ার উপক্রম হয়- এর সত্যতা যাচাই করো। ৪

উত্তর

গ. এক্ষেত্রে $g' = \frac{40}{100}g = 0.4g$। $g = \frac{GM}{R^2}$ এবং $g' = \frac{GM}{(R+h)^2}$

$\therefore \frac{g'}{g} = \frac{R^2}{(R+h)^2} \Rightarrow 0.4 = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 \Rightarrow \frac{R+h}{R} = \frac{1}{\sqrt{0.4}} \Rightarrow 1 + \frac{h}{R} = 1.58 \Rightarrow \frac{h}{R} = 0.58$

$\therefore h = 0.58 \times 6400 = 3712\text{km}$

ঘ. আহ্নিক গতির ফলে, $g_\theta = \frac{GM}{R^2} - \omega^2 R\cos^2\theta$

$g_\theta = 0$ হলে বস্তু পৃথিবী থেকে ছিটকে পড়ার উপক্রম হবে।

$\therefore 0 = \frac{GM}{R^2} - \omega^2 R\cos^2 0° \Rightarrow \frac{GM}{R^2} = \omega^2 R \Rightarrow \omega^2 = \frac{g}{R} = \frac{9.8}{6400 \times 10^3} \; \therefore \omega = 1.237 \times 10^{-3} \text{rads}^{-1}$

পৃথিবীর বর্তমান কৌণিক বেগ $= \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{3600 \times 24} = 7.27 \times 10^{-5} \text{rads}^{-1} \; \therefore \; n = \frac{1.237 \times 10^{-3}}{7.27 \times 10^{-5}} = 17$

অর্থাৎ, পৃথিবীর বর্তমান কৌণিক বেগের 17 গুণ বেগে আবর্তিত হলে বিষুব রেখায় অবস্থিত বস্তু ছিটকে যাবার উপক্রম হবে।

অধ্যায় ০৭ পদার্থের গাঠনিক ধর্ম

এই অধ্যায়ের বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ:

বোর্ড	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
	ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা	1	1	1	1	3						1	1	1	1	2	2	2	1		3	2	3	1	1	2
রাজশাহী	1	1	1	1	1						2		1	1	2								1	1	3
চট্টগ্রাম	1	1	1	1	3						1	1	1	1	3						1	2	1	1	3
সিলেট		1	1	1	2						1	1	1	1	4						1	1	1	1	1
বরিশাল	1	1	1	1	3						2	1	1	1	3	সকল বোর্ড					1	1	1	1	3
যশোর	1	1	1	1	3							1			3						2	1	1	1	2
কুমিল্লা	1	1	1	1	2						3	3	1	1	5						1	1	1	1	2
দিনাজপুর	1	1	1	1	2						2	1	2	2	3						1	1	1	1	4
ময়মনসিংহ	1	1	1	1	2																				

বি.দ্র.- ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই এবং ২০১৮ সালে সকল বোর্ডে অভিন্ন প্রশ্ন পদ্ধতিতে পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয়।

গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা ও তথ্যাবলি

◈ **আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল:** পদার্থের অণুগুলো পরস্পর যে বল দ্বারা যুক্ত হয়ে বিভিন্ন ভৌত কাঠামো গঠন করে তাকে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল বলে।

(i) কঠিন পদার্থের আন্তঃআণবিক আকর্ষণ সবচেয়ে বেশি থাকে এবং আন্তঃআণবিক দূরত্ব সবচেয়ে কম থাকে।

(ii) কঠিন পদার্থের কণাগুলো স্থান পরিবর্তন করতে পারে না কিন্তু নিজ অবস্থানে কম্পিত হতে থাকে।

(iii) কঠিন পদার্থের কোনো ঘূর্ণন বা স্থানান্তর গতি নেই।

(iv) তরল পদার্থের ক্ষেত্রে আন্তঃকণা আকর্ষণ বল তুলনামূলকভাবে কম থাকে এবং এরা নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে চলাফেরা করতে পারে।

(v) গ্যাসীয় পদার্থের ক্ষেত্রে আন্তঃআণবিক দূরত্ব সবচেয়ে বেশি থাকে এবং আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল সবচেয়ে কম থাকে।

◈ **পারমাণবিক বন্ধন:** যে আকর্ষণ শক্তি দ্বারা দুটি একই বা ভিন্ন মৌলের পরমাণু পরস্পর যুক্ত হয়ে অণু গঠন করে তাকে পারমাণবিক বন্ধন বলে। পারমাণবিক বন্ধন ৫ প্রকার: (i) আয়নিক (ii) সমযোজী (iii) হাইড্রোজেন বন্ধন (iv) ধাতব (v) ভ্যানডার ওয়ালস

◈ **আয়নিক যৌগ:** ধাতব ও অধাতব মৌলের রাসায়নিক বিক্রিয়াকালে ধাতুর পরমাণুর বহিঃস্তর থেকে অধাতু পরমাণুর বহিঃস্তরে এক বা একাধিক ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হওয়ার মাধ্যমে সৃষ্ট ধনাত্মক আয়ন ও ঋণাত্মক আয়নের মধ্যে স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণ দ্বারা যে বন্ধন গঠিত হয় তাকে আয়নিক বন্ধন বলে। আয়নিক বন্ধন দ্বারা সৃষ্ট যৌগকে আয়নিক যৌগ বলে।

◈ **সমযোজী বন্ধন:** বহিঃস্তরে নিষ্ক্রিয় গ্যাসের স্থিতিশীল ইলেকট্রন কাঠামো অর্জনের উদ্দেশ্যে সমান সংখ্যক অযুগল e^- সরবরাহ করে এক বা একাধিক e^- জোড় সৃষ্টি করে এবং উভয় পরমাণু তা সমানভাবে শেয়ার করে। এভাবে পরমাণুদ্বয়ের মধ্যে যে বন্ধন গঠিত হয় তাকে সমযোজী বন্ধন বা যোজনী বন্ধন বলে।

◈ **ধাতব বন্ধন:** ধাতব কেলাসে অবস্থিত ধনাত্মক আয়ন মুক্ত e^- কে আকর্ষণ করে। এর ফলে দুটি আয়নের মাঝে যে বন্ধন তৈরি হয় তাকে ধাতব বন্ধন বলে।

◈ **ভ্যানডার ওয়ালস বল:** কাছাকাছি অবস্থিত পরমাণু সমূহের মাঝে যে সর্বজনীন দুর্বল আকর্ষণ বল ক্রিয়া করে তাকে ভ্যানডার ওয়ালস বল বলে।

◈ **নমনীয় বস্তু:** বিকৃতকারী বল অপসারণের পর যদি বস্তুর অবস্থার পুনঃপ্রাপ্তি না ঘটে তবে তাকে নমনীয় বস্তু বলে। একে পূর্ণ অস্থিতিস্থাপক বা প্লাস্টিক বস্তুও বলে।

- **পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু:** কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগ করার পর ঐ বল অপসারণ করা হলে বস্তুটি যদি পুরোপুরি পূর্বের অবস্থা ফিরে পায় তবে তাকে পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু বলে।
- **পূর্ণ দৃঢ় বস্তু:** কোনো বস্তুর উপর যেকোনো পরিমাণ বল প্রয়োগ করে যদি তার বিকৃতি বা কায়িক পরিবর্তন ঘটানো না যায়, তবে সেই বস্তুকে পূর্ণ দৃঢ় বস্তু বলে।
- **স্থিতিস্থাপক সীমা:** প্রযুক্ত বাহ্যিক বলের যে সর্বোচ্চ বা উর্ধ্বসীমা পর্যন্ত কোনো বস্তু পূর্ণ স্থিতিস্থাপক থাকে তাকে ঐ বস্তুর স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।
- **অসহ ভার এবং অসহ পীড়ন:** ন্যূনতম যে নির্দিষ্ট ভরের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু ভেঙ্গে বা ছিঁড়ে যায় তাকে অসহ ভার/ওজন বলে। কোনো একটি বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের ওপর প্রযুক্ত অসহ ভারকে অসহপীড়ন বলে। পীড়নের মাত্রা $ML^{-1}T^{-2}$।
- **স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি:** যে অবস্থায় বল অপসারণের সাথে সাথে বস্তু আগের অবস্থা ফিরে পায় না তাকে স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি বলে।
- **বিকৃতি:** কোনো একটি বস্তুর একক মাত্রার যে পরিবর্তন ঘটে তা বিকৃতি দিয়ে মাপা হয়। বিকৃতি তিন প্রকার-
  (i) দৈর্ঘ্য বিকৃতি: বল প্রয়োগের ফলে যদি বস্তুর দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন ঘটে তাকে দৈর্ঘ্য বিকৃতি বলে।
  (ii) আয়তন বিকৃতি: বল প্রয়োগের ফলে যদি বস্তুর আয়তনের পরিবর্তন ঘটে তবে তাকে আয়তন বিকৃতি বলে।
  (iii) কৃন্তন বিকৃতি: যদি প্রযুক্ত বাহ্যিক বলের ক্রিয়ায় বস্তুর আয়তন অপরিবর্তিত থেকে কেবল এর আকৃতির পরিবর্তন হয় এ ধরনের বিকৃতিকে কৃন্তন বিকৃতি বলে।
- **হুকের সূত্র:** স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর ওপর প্রযুক্ত পীড়ন তার বিকৃতির সমানুপাতিক।
- **স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক:** স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুর পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাতকে স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে।
- **ইয়ং এর গুণাঙ্ক:** একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট কোনো তারের দৈর্ঘ্য বরাবর স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে যে বল প্রয়োগ করলে তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি আদি দৈর্ঘ্যের সমান হয় তাকে ইয়ং এর গুণাঙ্ক বলে। মাত্রা: $[Y] = [ML^{-1}T^{-2}]$
- **কৃন্তন গুণাঙ্ক:** স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কৃন্তন পীড়ন ও কৃন্তন বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। একে কৃন্তন গুণাঙ্ক বলে। মাত্রা [Y] এর অনুরূপ।
- **আয়তন গুণাঙ্ক:** স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর আয়তন পীড়ন ও আয়তন বিকৃতির অনুপাতকে আয়তন গুণাঙ্ক বলে। একে 'B' দিয়ে প্রকাশ করা হয়। মাত্রা: [Y] এর অনুরূপ।
- **সংনম্যতা:** আয়তন গুণাঙ্কের বিপরীত রাশিকে সংনম্যতা বলে।
- **স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি:** বাইরে থেকে কোনো বস্তুকে বল প্রয়োগ করে বিকৃত করলে কিছু কাজ হয় যা বস্তুর স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি হিসেবে সঞ্চিত হয়।
- **পয়সনের অনুপাত:** স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি। একে পয়সনের অনুপাত বলা হয়।

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

স্থিতিস্থাপকতা:

পীড়ন $= \frac{F}{A}$; যেখানে F = প্রযুক্ত বল, A = ক্ষেত্রফল

হুকের সূত্রঃ $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$ = ধ্রুবক

	দৈর্ঘ্য	আয়তন	আকার/ কৃন্তন/ মোচড়
বিকৃতি	$\frac{l}{L} = \frac{\text{দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য}}$	$\frac{v}{V} = \frac{\text{আয়তন পরিবর্তন}}{\text{আদি আয়তন}}$	θ (রেডিয়ান এককে)
গুণাঙ্ক	ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = \frac{F/A}{l/L} = \frac{FL}{Al}$	আয়তন গুণাঙ্ক, $B = \frac{P}{v/V} = \frac{FV}{Av}$; [P = চাপ $= \frac{F}{A}$]	দৃঢ়তার গুণাঙ্ক, $n = \frac{F}{A\theta}$; যেখানে, $\theta = \frac{\text{সরণ}}{\text{বাহুর দৈর্ঘ্য}}$; A = যে তল বরাবর বল প্রযুক্ত হচ্ছে তার ক্ষেত্রফল।

সংনম্যতা, $K = \frac{1}{B}$, K = আয়তন গুণাঙ্ক (Bulk modulus)



- ইয়ং গুণাঙ্ক (Y), আয়তন গুণাঙ্ক (B), দৃঢ়তার গুণাঙ্ক (n) এবং পয়সনের অনুপাত (σ) এর মধ্যে সম্পর্ক নিম্নরূপ:

  $Y = 3B(1-2\sigma) = 2n(1+\sigma)$; $\frac{9}{Y} = \frac{3}{n} + \frac{1}{B}$

- পয়সনের অনুপাত, $\sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{\frac{d}{D}}{\frac{l}{L}}$; যেখানে, D = আদি ব্যাস, d = ব্যাসের পরিবর্তন (চিহ্ন বাদে)

- তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির জন্য কৃতকাজ:

  (i) $W = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L} = \frac{1}{2}Fl$

  এই কাজ তারে সঞ্চিত বিভবশক্তি।

  ∴ একক আয়তনে বিভবশক্তি $= \frac{1}{2} \times \frac{Yl}{L} \times \frac{l}{L} = \frac{1}{2}$x পীড়ন × বিকৃতি

- প্রবাহী পদার্থ:

  (i) পৃষ্ঠটান, $T = \frac{F}{L}$; যেখানে T = পৃষ্ঠটান; F = বল

  L = বিবেচিত দৈর্ঘ্য (প্রবাহীর উপরিপৃষ্ঠ যতটুকু দৈর্ঘ্য জুড়ে কোনো পদার্থের সংস্পর্শে থাকে)

04. পানির ফোঁটায় পৃষ্ঠটানের জন্য অতিরিক্ত চাপ $= \frac{2T}{r}$;

05. সাবানের বুদবুদে অতিরিক্ত চাপ $= \frac{4T}{r}$;

  (ii) তরলের মুক্ততলের প্রতি একক ক্ষেত্রফলে সঞ্চিত শক্তি = পৃষ্ঠশক্তি = E = T

  (iii) ক্ষেত্রফল পরিবর্তনে কৃতকাজ, $W = \Delta A \times T$; যেখানে ΔA = ক্ষেত্রফলের পরিবর্তন

  তরলের ফোঁটার টুকরা হতে / জোড়া লাগতে ব্যয়িত বা নির্গত শক্তি, $W = 4\pi\left(N^{\frac{1}{3}} - 1\right)R^2.T$

  এখানে, N = ক্ষুদ্র ফোঁটার সংখ্যা ; R = বড় ফোঁটার ব্যাসার্ধ ; T = পৃষ্ঠটান ।

- সান্দ্র বল:

  $F = \eta A\frac{dv}{dx}$; যেখানে η = সান্দ্রতাঙ্ক, $\frac{dv}{dx}$ = বেগের নতি, F = সান্দ্রবল, A = প্রবাহীর স্তরদ্বয়ের ক্ষেত্রফল

  স্টোকসের সূত্রঃ η সান্দ্রতা সহগের কোনো প্রবাহীর মধ্যে r ব্যাসার্ধের কোনো গোলক **v** বেগে গতিশীল হলে তার উপর প্রবাহীর সান্দ্র বল (viscous force), $F = 6\pi r\eta v$

  বস্তু যখন প্রবাহীর মধ্যদিয়ে প্রান্তবেগে নিচে পড়তে থাকে তখন,

  প্রান্ত বেগ, $v = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_f)g}{9\eta}$; যেখানে, ρ_s = গোলকের ঘনত্ব, ρ_f = প্রবাহীর ঘনত্ব

- তাপমাত্রার সাথে সান্দ্রতাঙ্কের সম্পর্ক:

  তরলের জন্য, T পরম তাপমাত্রায় সান্দ্রতাঙ্ক η হলে, $\log\eta = A + \frac{B}{T}$; এখানে, A ও B ধ্রুবক।

  গ্যাসের জন্য, $\frac{\eta_1}{\eta_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$

- কৈশিক নলে তরলের আরোহণ বা অবনমনের ক্ষেত্রে:

  (a) $T = \frac{r\rho g\left(h + \frac{r}{3}\right)}{2\cos\theta}$; যেখানে r = কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ; ρ = তরলের ঘনত্ব, g = অভিকর্ষীয় ত্বরণ,

  h = তরলের আরোহণ, θ = স্পর্শ কোণ [আরোহণ হলে h (+)ve, অবরোহণ হলে h (–) ve]

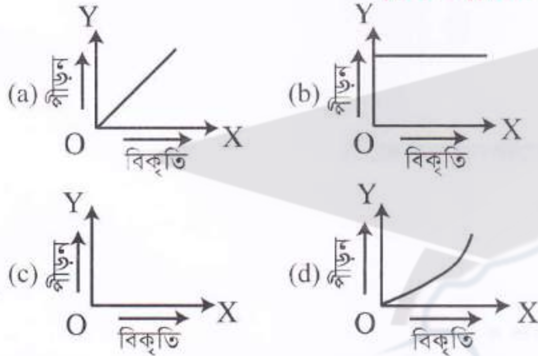
  (b) $T = \frac{hr\rho g}{2\cos\theta}$ [r ≪ h হলে]

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও সমাধান

◆ MCQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্ন ও সমাধান

01. কোনো বস্তুর আয়তন গুণাঙ্ক (K) এবং সংনম্যতার (C) মধ্যে সম্পর্ক কোনটি? [DB'22][Ans: a]
(a) $C = \frac{1}{K}$ (b) $C = \frac{3}{2}KT$
(c) $C = \sqrt{\frac{3KT}{m}}$ (d) $\frac{C}{K} = 1$

02. পূর্ণ দৃঢ় বস্তুর ক্ষেত্রে নিচের কোনো লেখচিত্রটি সঠিক? [DB'22][Ans: c]

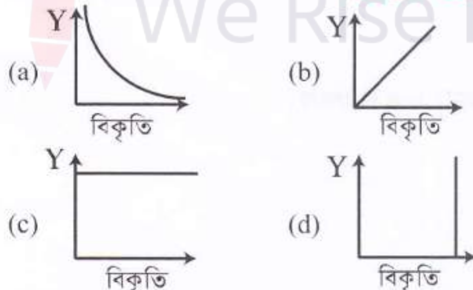


03. কোনো বস্তুর আকার বিকৃতির জন্য যে পীড়ন প্রয়োগ করা হয় তাকে কী বলে? [DB'22][Ans: b]
(a) দৈর্ঘ্য পীড়ন (b) কৃন্তন পীড়ন
(c) আয়তন পীড়ন (d) অসহ পীড়ন

04. পয়সনের অনুপাতের ক্ষেত্রে কোনটি খাটে না? [RB'22]
(a) −0.6 (b) −0.1 (c) 0.1 (d) 0.6
সমাধান: (d); $-1 < \sigma < \frac{1}{2}$

05. আয়তন গুণাঙ্কের মাত্রা কোনটি? [Ctg.B'22][Ans: d]
(a) $ML^{-2}T^{-1}$ (b) $ML^{-1}T^{-1}$
(c) $M^{-1}L^{-1}T^{-1}$ (d) $ML^{-1}T^{-2}$

06. একটি তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক (Y) ও বিকৃতির লেখচিত্র নিচের কোনটি? [Ctg.B'22][Ans: a]



07. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কৃন্তন পীড়ন ও কৃন্তন বিকৃতির অনুপাতকে কী বলে? [Ctg.B'22][Ans: b]
(a) ইয়ং-এর গুণাঙ্ক (b) দৃঢ়তার গুণাঙ্ক
(c) সংনম্যতা (d) আয়তন গুণাঙ্ক

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
20 m দৈর্ঘ্য ও $1\ mm^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের প্রান্তে 20 N বল প্রয়োগ করা হলো।
$[Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}]$

08. বিকৃতি বনাম পীড়ন লেখচিত্রের ΔOAB ক্ষেত্রফল নির্দেশ করে- [BB'22]
(a) ইয়ং এর গুণাঙ্ক (b) সর্বমোট কৃতকাজ
(c) পয়সনের অনুপাত
(d) একক আয়তনে সঞ্চিত বিভবশক্তি
সমাধান: (d); একক আয়তনে সঞ্চিত বিভবশক্তি
$= \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি

09. একটি তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$। তারটির দৈর্ঘ্য 15% বৃদ্ধি করতে হলে প্রযুক্ত পীড়ন নির্ণয় কর। [BB'22]
(a) $3 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ (b) $6 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$
(c) $6 \times 10^{-11}\ Nm^{-2}$ (d) $3 \times 10^{-11}\ Nm^{-2}$
সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); $Y = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$
$\Rightarrow$ পীড়ন $= Y \times 0.15 = 2 \times 10^{11} \times 0.15$
$= 3 \times 10^{10} Nm^{-2}$

10. কোনো বস্তুর আদিমাত্রা x এবং বল প্রযুক্ত হওয়ার পর মাত্রা y হলে, বিকৃতি হবে- [BB'22][Ans: d]
(a) $x(x \sim y)$ (b) $x + (x \sim y)$
(c) $\frac{x}{x \sim y}$ (d) $\frac{x \sim y}{x}$

11. কিছু পরিমাণ পানিকে তার মোট আয়তনের 10% সংকুচিত করতে কত পরিমাণ চাপ প্রয়োগ করতে হবে, যেখানে পানির আয়তন গুণাঙ্ক $2 \times 10^9\ Nm^{-2}$? [JB'22]
(a) $2 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ (b) $2 \times 10^9\ Nm^{-2}$
(c) $0.02 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ (d) $0.5 \times 10^{-10}\ Nm^{-2}$
সমাধান: (c); $B = \frac{PV}{v} \Rightarrow P = \frac{Bv}{V} = \frac{2 \times 10^9 \times 0.1\ V}{V}$
$= 2 \times 10^8\ Nm^{-2} = 0.02 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$

12. বল প্রয়োগে যদি কোনো বস্তুর আকারের পরিবর্তন হয় তাকে কী বলে? [JB'22][Ans: b]
(a) আকার পীড়ন (b) আকার বিকৃতি
(c) আয়তন পীড়ন (d) আয়তন বিকৃতি

13. পীড়ন এর মাত্রা কোনটি? [JB'22][Ans: a]
(a) $[ML^{-1}T^{-2}]$ (b) $[MLT^{-2}]$
(c) $[MLT^{-1}]$ (d) $[M^{-1}L^3T^{-2}]$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
2 m দৈর্ঘ্য ও $1\ mm^2$ প্রস্থক্ষেত্রের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের প্রান্তে 20 N বল প্রয়োগ করা হলো।
$[Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}]$

14. তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি কত? [SB'22, CB'22]
(a) 2×10^{-4} m (b) 1.99 m
(c) 5×10^{3} m (d) 2×10^{4} m
সমাধান: (a); $Y = \frac{FL}{Yl} \Rightarrow l = \frac{FL}{YA}$
$= \frac{20\times2}{2\times10^{11}\times1\times10^{-6}} = 2 \times 10^{-4}$m

15. প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $2\ mm^2$ ও বল দ্বিগুণ হলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পূর্বের কতগুণ হবে? [SB'22, CB'22]
(a) 1 গুণ (b) 2 গুণ (c) 3 গুণ (d) 4 গুণ
সমাধান: (a); $l = \frac{FL}{YA} \Rightarrow l \propto \frac{F}{A} \therefore \frac{l_2}{l_1} = \frac{F_2}{F_1} \times \frac{A_1}{A_2}$
$= 2 \times \frac{1\times10^{-6}}{2\times10^{-6}} = 1$

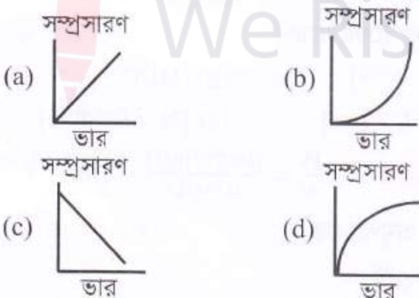
16. পয়সনের অনুপাত নিচের কোনটি হতে পারে না? [Din.B'22][Ans: d]
(a) -0.9 (b) 0.1 (c) 0.4 (d) 1

17. পীড়ন বনাম বিকৃতি লেখচিত্রের ঢাল কী নির্দেশ করে? [Din.B'22][Ans: a]
(a) স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক (b) পয়সনের অনুপাত
(c) মোট কৃতকাজ (d) একক আয়তনে বিভবশক্তি

18. SI এককে পীড়নের একক কোনটি? [MB'22][Ans: b]
(a) Nm (b) Nm^{-2} (c) Nm^{-1} (d) Nm^{-3}

19. পয়সনের অনুপাতের মান কোনটি? [MB'22][Ans: b]
(a) $-\frac{1}{2} \le \sigma \le 1$ (b) $-1 \le \sigma \le \frac{1}{2}$
(c) $\frac{1}{2} \le \sigma \le 1$ (d) $1 \le \sigma \le 2$

20. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে দৈর্ঘ্য প্রসারণ বনাম ভার-এর সঠিক লেখচিত্র কোনটি? [DB'19][Ans: b]



21. কোনো ধর্মের কারণে পানির ফোঁটা গোলাকৃতি হয়? [DB'19][Ans: a]
(a) তলটান (b) সান্দ্রতা
(c) কৈশিকতা (d) স্থিতিস্থাপকতা

22. বিভিন্ন পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে বলা হয়- [RB'19][Ans: b]
(a) পৃষ্ঠটান (b) আসঞ্জন বল
(c) সংশক্তি বল (d) সান্দ্র বল

23. যেসব তরল কাচকে ভেজায় না তাদের ক্ষেত্রে স্পর্শ কোণের মান হবে- [RB'19][Ans: d]
(a) 0° (b) 90°
(c) 90° অপেক্ষা কম (d) 90° অপেক্ষা বেশি

24. নিচের কোনো রাশিটি মাত্রাবিহীন? [Ctg.B'19]
(a) বিকৃতি (b) পীড়ন
(c) ইয়ং গুণাঙ্ক (d) দৃঢ়তার গুণাঙ্ক
সমাধান: (a); বিকৃতি একই জাতীয় দুটি রাশির অনুপাত। তাই এর কোনো একক নেই।

25. 1m দীর্ঘ একটি তারে $10^5 Nm^{-2}$ বল প্রয়োগে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেল 0.001m। তারটির ইয়ং গুণাঙ্ক কত? [Ctg.B'19]
(a) $10^{-7} Nm^{-2}$ (b) $10^{-3} Nm^{-2}$
(c) $10^{7} Nm^{-2}$ (d) $10^{8} Nm^{-2}$
সমাধান: (d); $Y = \frac{FL}{Al} = \frac{10^5\times1}{0.001} = 10^8\ Nm^{-2}$
[এক্ষেত্রে একক ক্ষেত্রফলে বলের মান 10^5]

26. অভিন্ন একক ও মাত্রার জোড়া হচ্ছে- [Ctg.B'19][Ans: c]
(i) কাজ ও পৃষ্ঠশক্তি (ii) পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তি
(iii) অনুভূমিক পাল্লা ও সরণ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

27. পানির পৃষ্ঠটান $0.06\ Nm^{-1}$ হলে তার পৃষ্ঠশক্তি- [SB'19]
(a) $60\ Nm^{-1}$ (b) $6\ Nm^{-1}$
(c) $0.6\ Nm^{-1}$ (d) $0.06\ Nm^{-1}$
সমাধান: (d); পৃষ্ঠটান = পৃষ্ঠশক্তি

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি কৈশিক নলের ব্যাস 0.4 mm। একে $72 \times 10^{-3} Nm^{-1}$ পৃষ্ঠটান এবং $10^3 kgm^{-3}$ ঘনত্বের পানিতে ডুবানো হলো।

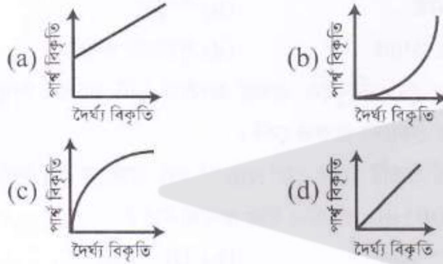
28. নলের কত উচ্চতায় পানি উঠবে? [SB'19]
(a) 7.3469 m (b) 0.73469 m
(c) 0.073469 m (d) 0.00734 m
সমাধান: (c); $T = \frac{h\rho gr}{2} \Rightarrow h = \frac{2T}{\rho gr} = 0.073469$ m

29. ব্যাসার্ধ দ্বিগুণ হলে নলের কত উচ্চতায় পানি উঠবে? [SB'19]
(a) 0.00367 m (b) 0.03673 m
(c) 0.3673 m (d) 3.673 m
সমাধান: (b); $h \propto \frac{1}{r} \Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = \frac{r_2}{r_1}$
$\Rightarrow h_2 = \frac{h_1}{2} = \frac{0.073469}{2} = 0.03673$m

30. সান্দ্রতা গুণাঙ্কের মাত্রা কোনটি? SB'19;RB'17;Ctg.B'17;Ctg.B'17;BB'17][Ans: a]
(a) $ML^{-1}T^{-1}$ (b) MLT^{-1}
(c) $ML^{-1}T$ (d) $ML^{-1}T^{-2}$

31. আয়তন গুণাঙ্কের অন্য নাম কী? [BB'19][Ans: a]
(a) অসংনম্যতা (b) সংনম্যতা
(c) কাঠিন্যের গুণাঙ্ক (d) ইয়ং-এর গুণাঙ্ক

32. দৈর্ঘ্য বিকৃতি বনাম পার্শ্ব বিকৃতির লেখচিত্রের প্রকৃতি কোনটি? [BB'19]



সমাধান: (d); $\sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} \Rightarrow$ দৈর্ঘ্য বিকৃতি $\propto$ পার্শ্ব বিকৃতি

33. স্থিতিস্থাপকতা সম্পর্কে বলা হয়, ইহা- [BB'19][Ans: a]
(i) তাপমাত্রার সাথে পরিবর্তন হয়
(ii) ভেজালের উপস্থিতিতে পরিবর্তন হয়
(iii) পদার্থের আকৃতির ওপর নির্ভর করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

34. L বাহুবিশিষ্ট বর্গাকার ফ্রেম তরলে নিমজ্জিত করে তোলা হলো। এর এক বাহু x দূরত্ব সরাতে কৃত কাজ কত? [যেখানে T পৃষ্ঠটান নির্দেশ করে] [JB'19][Ans: c]
(a) $W = 2LT$ (b) $W = T$
(c) $W = 2LTx$ (d) $W = LTx$
সমাধান: (c); ফ্রেমের দুইটি টি পৃষ্ঠ থাকবে।
$\therefore \Delta A = 2\{L(L+x) - L^2\} = 2Lx$
$\therefore W = \Delta A \times T = 2Lx \times T = 2LTx$

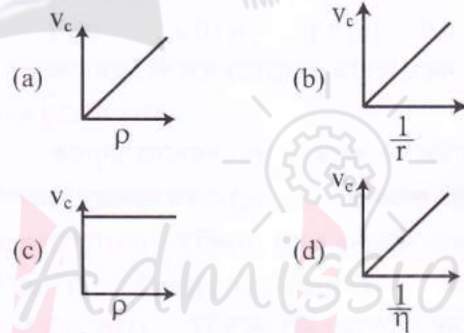
35. কোনো তারকে কেটে সমান দুই টুকরা করা হলো। এতে তারের অসহ ভার হবে- [JB'19][Ans: b]
(a) পূর্বের অর্ধেক (b) পূর্বের সমান
(c) পূর্বের দ্বিগুণ (d) পূর্বের এক-চতুর্থাংশ

36. η সান্দ্রতা গুণাঙ্কবিশিষ্ট মাধ্যমে R ব্যাসার্ধের একটি গোলাকার বল v প্রান্তিক বেগে পড়লে ক্রিয়াশীল সান্দ্র বল F হবে- [JB'19][Ans: b]
(a) $F \propto R$ এবং $F \propto \frac{1}{v}$ (b) $F \propto R$ এবং $F \propto v$
(c) $F \propto \frac{1}{R}$ এবং $F \propto \frac{1}{v}$ (d) $F \propto \frac{1}{R}$ এবং $F \propto v$

37. 2m লম্বা ও 2mm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি 0.25 mm হলে তারটির ব্যাসার্ধ কত হ্রাস পাবে? $[\sigma = 0.2]$ [CB'19]
(a) 5×10^{-3}m (b) 2.5×10^{-3}m
(c) 5×10^{-8}m (d) 2.5×10^{-8}m
সমাধান: (c); পয়সনের অনুপাত, $\sigma = \frac{dL}{Dl}$
$\Rightarrow 0.2 = \frac{d \times 2}{2 \times 10^{-3} \times 0.25 \times 10^{-3}} \Rightarrow d = 5 \times 10^{-8}$m

38. স্পর্শ কোণ θ হলে- [CB'19][Ans: c]
(i) কাচ ও পানির ক্ষেত্রে $0° < \theta < 90°$
(ii) পারদ ও কাচের ক্ষেত্রে $0° < \theta < 180°$
(iii) কাচ ও কেরোসিনের ক্ষেত্রে $0° < \theta < 90°$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, iii (d) i, ii, iii

39. v_C = সংকট বেগ, η = তরলের সান্দ্রতাঙ্ক, ρ = তরলের ঘনত্ব, r = নলের ব্যাসার্ধ হলে কোনো লেখচিত্রটি সঠিক? [CB'19]



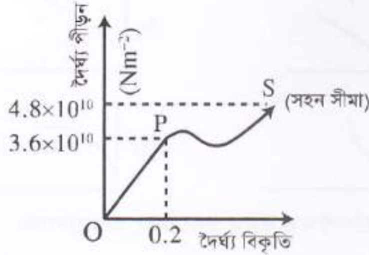
সমাধান: (d); $v_C = \frac{2}{9}\frac{r^2(\rho - \rho_w)}{\eta} \therefore v_C \propto \frac{1}{\eta}$

40. কোনো তারের অসহ পীড়ন নির্ভর করে তারের- [CB'19] [Ans: c]
(a) ব্যাসার্ধের ওপর (b) দৈর্ঘ্যের ওপর
(c) উপাদানের ওপর (d) প্রস্থচ্ছেদের আকৃতির ওপর

41. ইয়ং-এর গুণাঙ্কের মাত্রা- [CB'19]
(a) $[ML^{-1}T^{-2}]$ (b) $[MLT^{-1}]$
(c) $[M^{-1}L^{-1}T^{-2}]$ (d) $[M^{-2}L^{-1}T^{-1}]$
সমাধান: (a); $Y = \frac{FL}{Al} = \frac{[MLT^{-2}] \times [L]}{[L^2] \times [L]} = [ML^{-1}T^{-2}]$

42. পয়সনের অনুপাতের- [Din.B'19][Ans: d]
(i) একক নেই
(ii) মান −1 হতে 0.5 এর মধ্যে
(iii) মান নির্দিষ্ট উপাদানের জন্য নির্দিষ্ট
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
চিত্রে একটি ধাতব তারের জন্য দৈর্ঘ্য পীড়ন-দৈর্ঘ্য বিকৃতি লেখ দেখানো হলো:

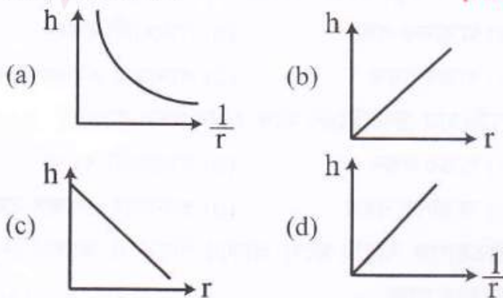


43. তারটির উপাদানের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক কত? **[Din.B'19]**
(a) $7.2 \times 10^{9}Nm^{-2}$ (b) $3.6 \times 10^{10}Nm^{-2}$
(c) $4.8 \times 10^{10}Nm^{-2}$ (d) $1.8 \times 10^{11}Nm^{-2}$
সমাধান: (d); $Y = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \frac{3.6\times10^{10}}{0.2} = 1.8 \times 10^{11}Nm^{-2}$

44. তারটির ওপর পীড়ন- **[Din.B'19]**
(i) $4.8 \times 10^{10}Nm^{-2}$-এর চেয়ে বেশি হলে তারটি ছিঁড়ে যাবে
(ii) $4.2 \times 10^{10}Nm^{-2}$ হলে তারটির স্থায়ী বিকৃতি হবে
(iii) $3.6 \times 10^{10}Nm^{-2}$-এর চেয়ে কম হলে কোনো বিকৃতি ঘটবে না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (a); (i) সহনশীল অপেক্ষা বেশি পীড়নে তার ছিঁড়ে যায়। (ii) 3.6×10^{10} এর বেশি পীড়নে লেখ অনুযায়ী স্থায়ী বিকৃতি হয়। (iii) 3.6×10^{10} এর কম পীড়নে অস্থায়ী বিকৃতি দেখা যায়।

45. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনটি সবসময় ধ্রুবক থাকে? **[All B'18][Ans: a]**
(i) $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$ (ii) $\frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$ (iii) $\frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

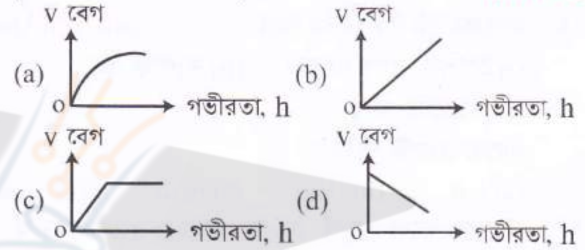
46. কোনো নির্দিষ্ট স্থানে কৈশিক নলে উত্থিত পানির উচ্চতা (h) ও কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ (r) এর মধ্যে নিম্নের কোনো লেখচিত্রটি সঠিক? **[All B'18]**



সমাধান: (d); $T = \frac{rh\rho g}{2\cos\theta}$; rh = const.
$\therefore h \propto \frac{1}{r}$ সুতরাং h vs $\frac{1}{r}$ graph টি সরলরেখা।

47. একটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $1mm^2$ এবং অসহ ভর 40 kg। তারের অসহ পীড়ন-
(a) $4 \times 10^{-6}Nm^{-2}$ (b) $3.92 \times 10^{-4}Nm^{-2}$
(c) $4 \times 10^{7}Nm^{-2}$ (d) $3.92 \times 10^{8}Nm^{-2}$
সমাধান: (d); অসহপীড়ন, $P = \frac{mg}{A}$
$= \frac{40\times9.8}{1\times10^{-6}} = 3.92 \times 10^{8}Nm^{-2}$

48. তরলে পতনশীল বস্তুর জন্য কোনো লেখচিত্রটি সঠিক? (বেগ= v, গভীরতা= h) **[DB'17]**



সমাধান: (c); তরলে পতনশীল বস্তু সমত্বরণে চলতে থাকে। তারপর অন্তবেগ প্রাপ্ত হয়।

49. আয়তন গুণাঙ্কের বিপরীত রাশি কোনটি? **[DB'17][Ans: d]**
(a) কাঠিন্যের গুণাঙ্ক (b) ইয়ং-এর গুণাঙ্ক
(c) পয়সনের অনুপাত (d) সংনম্যতা

50. কোনো তরল তার বিভিন্ন স্তরের আপেক্ষিক গতির বিরুদ্ধে বাধা প্রদান করে, এ ঘটনাকে বলা হয়– **[RB'17][Ans: c]**
(a) স্থিতিস্থাপকতা (b) অস্থিতিস্থাপকতা
(c) সান্দ্রতা (d) সংনম্যতা

51. একটি তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি 0.02 এবং পার্শ্ব বিকৃতি 0.002 হলে এর পয়সনের অনুপাত কত? **[RB'17]**
(a) 0.00004 (b) 0.0004 (c) 0.1 (d) 10
সমাধান: (c); $\sigma = \frac{\Delta d}{\Delta l} = 0.1$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
100cm দীর্ঘ এবং $1 \times 10^{-2}cm^2$ প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একটি তারের ইয়ং এর গুণাংক $1.24 \times 10^{11}Nm^{-2}$ । একে টেনে 0.2 cm বৃদ্ধি করা হলো।

52. কতটুকু কাজ সম্পন্ন হবে? **[Ctg.B'17]**
(a) 0.114J (b) 0.124J (c) 0.248J (d) 0.288J
সমাধান: (c); $W = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L} = \frac{1}{2} \times 1.24 \times 10^{11} \times 1 \times 10^{-2} \times 10^{-4} \times \frac{(0.2\times10^{-2})^2}{100\times10^{-2}} = 0.248\ J$

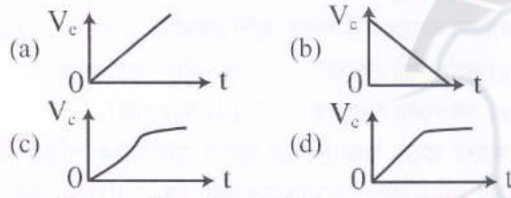
53. এক্ষেত্রে – **[Ctg.B'17]**
(i) বিকৃতি= 0.002 (ii) পীড়ন = $2.48 \times 10^{8}Nm^{-2}$
(iii) পীড়ন ∝ বিকৃতি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (d); $\frac{l}{L} = 0.002, \frac{F}{A} = 2.48 \times 10^{8}Nm^{-2}$

54. ইয়ং এর গুণাঙ্ক নিচের কোনটি? [SB'17][Ans: a]
(a) $Y = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$ (b) $Y = \frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}}$
(c) $Y = \frac{\text{কৃন্তন পীড়ন}}{\text{কৃন্তন বিকৃতি}}$ (d) $Y = \frac{\text{কৃন্তন পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$

55. 100gm ভরের একটি বস্তু পানির মধ্যে পড়ায় তার উপর ক্রিয়ারত প্লবতা 0.981N হলে সান্দ্র বল হবে– [BB'17]
(a) 9.81N (b) 0.981N (c) 0N (d) 1.962N
সমাধান: (c); সান্দ্রবল = 0, বস্তুটি ভেসে আছে।

56. তরলের পৃষ্ঠ টান নির্ভর করে– [BB'17][Ans: c]
(i) কৈশিক নলের ব্যাসার্ধ (ii) সংশক্তি বল
(iii) তরলের ঘনত্ব
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

57. তরলের মধ্যে পড়ন্ত কোনো বস্তুর অন্ত্যবেগ বনাম সময় লেখচিত্র অঙ্কন করা হয়েছে। কোন লেখচিত্রটি সঠিক? [JB'17][Ans: d]

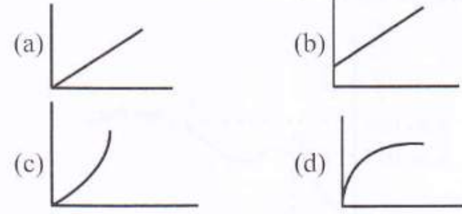


58. কোনটি পদার্থের সাধারণ ধর্ম? [JB'17][Ans: c]
(a) পৃষ্ঠশক্তি (b) সান্দ্রতা (c) স্থিতিস্থাপকতা (d) পৃষ্ঠটান

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
"একটি তারে 0.01 দৈর্ঘ্য বিকৃতিতে পার্শ্ব বিকৃতি 0.0024 হল।"

59. পয়সনের অনুপাতের মান– [CB'17][Ans: b]
(a) 0.2 (b) 0.24 (c) 2 (d) 2.4

60. দৈর্ঘ্য বিকৃতি বনাম পার্শ্ব বিকৃতির লেখচিত্রের প্রকৃতি কোনটি? [CB'17][Ans: a]

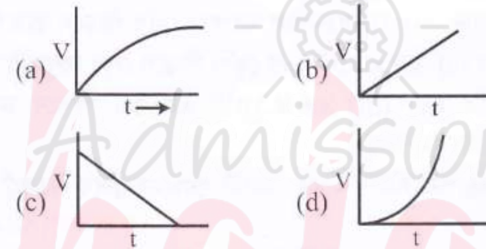


61. একটি আদর্শ দৃঢ় বস্তুর জন্য ইয়ং এর গুণাংক– [Din.B'17][Ans: b]
(a) 0 (b) ∞ (c) 1 (d) −1

62. যে সমস্ত তরল দ্বারা কাঁচ ভিজে না তাদের স্পর্শ কোণ হবে– [Din.B'17][Ans: b]
(a) সূক্ষ্মকোণ (b) স্থূলকোণ (c) শূন্য (d) সমকোণ

63. পয়েস (Poise) কীসের একক? [Din.B'17][Ans: c]
(a) ইয়ং এর গুণাংক (b) পৃষ্ঠটান
(c) সান্দ্রতা গুণাংক (d) সংনম্যতা

64. কোনো তরলের ভিতর দিয়ে পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে বেগ বনাম সময়ের লেখচিত্র কোনটি ? [Din.B'17][Ans: a]



MCQ: বিভিন্ন লেখকের মূল বইয়ের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও সমাধান

প্রফেসর মোহাম্মদ ইসহাক স্যার

01. কোনো পদার্থের অণুগুলির মধ্যে নিট বল শূন্য হয় যখন- [Ans. a]
(a) $r = r_0$ (b) $r < r_0$
(c) $r > r_0$ (d) $r \gg r_0$

02. আন্তঃআণবিক বল সবচেয়ে বেশি — [Ans. c]
(a) তরলের অণুর মধ্যে
(b) গ্যাসের অণুর মধ্যে
(c) কঠিন পদার্থের অণুর মধ্যে
(d) কঠিন, তরল ও গ্যাসের মধ্যে একই মানের হয়

03. বিভিন্ন পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে কী বল বলে?
(a) আসঞ্জন বল (b) সংসক্তি বল
(c) পৃষ্ঠটান (d) পৃষ্ঠ শক্তি
সমাধান: (a); একই পদার্থের অণুগুলোর মধ্যে পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে সংসক্তি বল বলে ।

04. নিষ্ক্রিয় গ্যাসের অণুর মধ্যকার বন্ধন — [Ans. c]
(a) আয়নিক বন্ধন (b) সমযোজী বন্ধন
(c) ভ্যানডার ওয়ালস বন্ধন (d) ধাতব বন্ধন

05. সিলিকন অণুর মধ্যে কী ধরনের বন্ধন রয়েছে? [Ans. b]
(a) আয়নিক বন্ধন (b) সমযোজী বন্ধন
(c) ধাতব বন্ধন (d) ভ্যানডার ওয়ালস বন্ধন

06. সোডিয়াম ক্লোরাইডের মধ্যে কোন বন্ধন রয়েছে? [Ans. c]
(a) ধাতব বন্ধন (b) সমযোজী বন্ধন
(c) আয়নিক বন্ধন (d) ভ্যানডার ওয়ালস বন্ধন

07. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে আকার পীড়ন ও আকার বিকৃতির অনুপাত হচ্ছে — [Ans. c]
(a) ইয়ং-এর গুণাঙ্ক (b) আয়তন গুণাঙ্ক
(c) দৃঢ়তার গুণাঙ্ক (d) পয়সনের অনুপাত

08. পয়সনের অনুপাতের সীমা কোনটি? [Ans. c]
(a) 1 হতে 2 এর মধ্যে (b) −1 হতে +1 এর মধ্যে
(c) −1 হতে এর $\frac{1}{2}$ মধ্যে (d) $-\frac{1}{2}$ হতে 1 এর মধ্যে

09. প্রান্তবেগ সান্দ্রতা গুণাঙ্কের —
(a) সমানুপাতিক (b) ব্যস্তানুপাতিক
(c) বর্গমূলের সমানুপাতিক (d) বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক
সমাধান: (b); প্রান্তিক বেগ, $v = \frac{2r^2}{9}\frac{(\rho-\sigma)\times g}{\eta} \therefore v \propto \frac{1}{\eta}$.

10. নিচের কোন সম্পর্কটি স্টোকস-এর সূত্র? [Ans. c]
(a) $F \propto \eta\pi r v$ (b) $F \propto r\pi v$
(c) $F \propto \eta r v$ (d) $F \propto \pi\eta v$

11. প্রভাব গোলকের ব্যাসার্ধ কোনটি? [Ans. b]
(a) 10^{-15} m (b) 10^{-10} m
(c) 10^{-9} m (d) 10^{-8} m

12. রূপা ও বিশুদ্ধ পানির মধ্যকার স্পর্শ কোণ (প্রায়) কত?
(a) 0° (b) 8° (c) 90° (d) 140°
সমাধান: (c);বিভিন্ন পদার্থের স্পর্শ কোণ:
(i) পানি ও কাঁচ – 8°
(ii) বিশুদ্ধ পানি ও পরিষ্কার কাঁচ- প্রায় (0) শূন্য
(iii) পানি ও রূপা- 90°
(iv) পারদ ও কাঁচ- 140° [139° Ref : তপন স্যার]
স্পর্শকোণের ন্যূনতম মান 0° ও সর্বোচ্চ মান 180°।

13. আণবিক গঠনের জন্য দায়ী বল কোনটি? [Ans. d]
(a) মহাকর্ষ বল (b) দুর্বল নিউক্লিয় বল
(c) সবল নিউক্লিয় বল (d) তড়িৎচুম্বকীয় বল

14. কোনো তরলের পৃষ্ঠশক্তি সংখ্যাগতভাবে পৃষ্ঠটানের- [Ans. b]
(a) অর্ধেক (b) সমান (c) দ্বিগুণ (d) তিনগুণ

15. কোন পদার্থের সান্দ্রতা সবচেয়ে বেশি?
(a) তেল (b) দুধ (c) মধু (d) পানি
সমাধান: (c);সান্দ্রতার ক্ষেত্রে মধু > তেল > দুধ > পানি।

16. সর্বাপেক্ষা স্থিতিস্থাপক কোনটি? [Ans. c]
(a) লোহা (b) তামা (c) কোয়ার্টজ (d) কাঠ

17. একটি তার ছিঁড়ে যাওয়ার পূর্ব মুহূর্ত পর্যন্ত 80kg ভার সহ্য করতে পারে। তারটিকে সমান দুই ভাগ করা হলে প্রতিটি ভাগ যে ভার সহ্য করতে পারে তার পরিমাণ- [Ans. c]
(a) 100 kg (b) 50 kg (c) 80 kg (d) 120 kg

18. পৃষ্ঠটান সংক্রান্ত পরীক্ষায় একটি কৈশিক নলে পানি ওঠে 0.1 m। ঐ পরীক্ষণটি পৃথিবীর চারদিকে আবর্তনশীল কোনো উপগ্রহে করা হলে ঐ কৈশিক নলে পানি উঠবে- [Ans. d]
(a) 0.1 m (b) 0.2 m
(c) 0.98 m
(d) কৈশিক নলের সমগ্র উচ্চতা

19. পতনশীল বৃষ্টি বিন্দু প্রান্তীয় বেগ লাভ করে— [Ans. b]
(a) বায়ুর উর্ধ্বঘাতের জন্য
(b) বায়ুর সান্দ্রতাজনিত বলের জন্য
(c) পৃষ্ঠটানের জন্য
(d) বায়ুমণ্ডলে বায়ু প্রবাহের জন্য

20. ছোট ছোট তরল বিন্দু গোলাকার ধারণ করার কারণ হলো–
(a) মহাকর্ষীয় বল (b) আসঞ্জন বল [Ans. d]
(c) সকল দিক থেকে সমান চাপ
(d) পৃষ্ঠটান বল

21. r ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি পানির ফোঁটার পৃষ্ঠশক্তি সমানুপাতিক হবে- [Ans. b]
(a) r^2- এর সাথে (b) $\frac{1}{r}$- এর সাথে
(c) r^3- এর সাথে (d) r- এর সাথে

22. স্থির হারে সান্দ্রতাবিহীন অসংনম্য প্রবাহের ক্ষেত্রে বার্নৌলির উপপাদ্য প্রকাশ করে— [Ans. d]
(a) কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষণ
(b) ঘনত্বের সংরক্ষণ
(c) ভরবেগের সংরক্ষণ (d) শক্তির সংরক্ষণ

23. সান্দ্র মাধ্যমের মধ্য দিয়ে পতনশীল r ব্যাসার্ধের একটি বস্তুর প্রান্তীয় বেগ v হলে— [Ans. d]
(a) $v \propto r$ (b) $v \propto r^{-2}$ (c) $v \propto r^{-1}$ (d) $v \propto r^2$

24. নিচের কোনটি সঠিক নয়? [Ans. c]
(a) পৃষ্ঠটানের কারণে বৃষ্টির ফোঁটা গোলাকার হয়
(b) পৃষ্ঠটানের কারণে কৈশিক নলে পানি উপরে ওঠে
(c) পৃষ্ঠটান তরল পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি করে
(d) পৃষ্ঠটান তরল পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল সংকুচিত করে

25. 25°C তাপমাত্রায় কোন তরলের উপরিতল থেকে 0.08 m লম্বা একটি হালকা অনুভূমিক তারকে 4.32×10^{-3} N বলে টেনে উঠানো হলে; তরলের পৃষ্ঠটান কত নিউটন/মিটার হবে?
(a) 1.79×10^{-5} (b) 17.9×10^{-5}
(c) 1.89×10^{-5} (d) 2.7×10^{-2}
সমাধান: (d);$T = \frac{F}{2L} = \frac{4.32\times10^{-3}}{2\times.08}$
$= 2.7 \times 10^{-2}$ Nm^{-1}.

26. যদি স্পর্শ কোণ 90°-এর কম হয়, তবে তরলের পৃষ্ঠ কেমন হবে? [Ans. b]
(a) উত্তল (b) অবতল
(c) সমতলাবতল (d) সমতলোত্তল

27. পৃষ্ঠটানের মাত্রা সমীকরণ হলো– [Ans. d]
(a) $[ML^{-1}T^{-1}]$ (b) $[ML^{-1}]$
(c) $[MT^{-1}]$ (d) $[MT^{-2}]$

28. একটি পদার্থের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক এর দৃঢ়তার গুণাঙ্কের 2.6 গুণ হলে ঐ পদার্থের পয়সন এর অনুপাত কত?
(a) 0.26 (b) 1.3 (c) 0.3 (d) 0.6
সমাধান: (c); $Y = 2n(1+\sigma)$
$\Rightarrow 2.6n = 2n(1+\sigma) \Rightarrow 1+\sigma = 1.3$
$\sigma = 0.3$

29. K_1 ও K_2 বল ধ্রুবকবিশিষ্ট দুটি স্প্রিংকে শ্রেণিতে যুক্ত করা হলো। এদের তুল্য বল ধ্রুবক কত? [Ans. c]
(a) $2(K_1+K_2)$ (b) K_1+K_2
(c) $\frac{K_1K_2}{K_1+K_2}$ (d) $\frac{K_1+K_2}{K_1K_2}$

30. নিচের কোনটি পয়সনের অনুপাতের মান হতে পারে না? [Ans. c]
(a) 0.2 (b) 0.1
(c) 0.8 (d) 0.5

31. নিচের কোনটি স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক নয়? [Ans. c]
(a) ইয়ং-এর গুণাঙ্ক (b) দৃঢ়তা গুণাঙ্ক
(c) পয়সনের অনুপাত (d) আয়তন গুণাঙ্ক

32. ρ ঘনত্ববিশিষ্ট এবং η সান্দ্রতাঙ্কবিশিষ্ট একটি তরল r ব্যাসার্ধের একটি সরু নলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হচ্ছে। রেনল্ড সংখ্যা N হবে— [Ans. c]
(a) $N = \frac{\rho r v}{\eta^2}$ (b) $N = \frac{r v \rho}{2\eta}$
(c) $N = \frac{r v \rho}{\eta}$ (d) $N = \frac{2 r v \rho}{\eta^2}$

33. রেনল্ড সংখ্যার মাত্রা কোনটি?
(a) $[M^0L^1T^{-1}]$ (b) $[M^0L^0T^0]$
(c) $[M^0L^0T^{-1}]$ (d) $[M^0L^2T^{-2}]$
সমাধান: (b); রেনল্ড সংখ্যার কোনো মাত্রা নেই।

34. একই পদার্থের বিভিন্ন অণুর মধ্যে পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে কী বলে? [Ans. c]
(a) আসঞ্জন বল (b) পৃষ্ঠশক্তি
(c) সংসক্তি বল (d) পৃষ্ঠটান

35. কাঁচ ও পারদের স্পর্শকোণ θ হবে- [Ans. b]
(a) $0 < \theta < 90°$ (b) $90° < \theta < 180°$
(c) $\theta = 90°$ (d) $\theta = 180°$

36. 50 km উঁচু থেকে পড়ন্ত দুটি শিলাপিণ্ডের ব্যাসার্ধের অনুপাত 1 : 2। শিলাখণ্ড দুটির অন্ত্যঃবেগের অনুপাত কত?
(a) 1 : 9 (b) 9 : 1 (c) 4 : 1 (d) 1 : 4
সমাধান: (d); $v \propto r^2; \frac{v_1}{v_2} = 1:4.$

37. একই পদার্থ ও ব্যাসার্ধের দুটি তারের দৈর্ঘ্যের অনুপাত 1 : 2। যদি সমান বল দ্বারা তার দুটিকে টানা হয় তবে বিকৃতির অনুপাত হবে- [Ans. c]
(a) 1 : 4 (b) 2 : 1 (c) 1 : 2 (d) 1 : 1

38. একটি তারের ওপর টান F হলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হয় x। তারটি যদি হুকের সূত্র মেনে চলে এবং তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক Y হয় তবে তারের সঞ্চিত বিভবশক্তি কত? [Ans. d]
(a) $\frac{1}{2}Yx$ (b) Yx (c) Fx (d) $\frac{1}{2}Fx$

39. নিচের কোনটি সঠিক? [Ans. c]
(a) $U = \frac{1}{2}Y$ (b) $U = V = \frac{1}{2}Al$
(c) $U = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L}$ (d) $U = \frac{1}{2}\frac{Al}{L}$

40 স্থিতিস্থাপকতা গুণাঙ্ক সংক্রান্ত নিচের কোন তথ্য সঠিক নয়?
(a) $Y = \frac{FL}{Al}$ (b) $Y = \frac{MgL}{\pi r^2 l}$ [Ans. d]
(c) $Y = [ML^{-1}T^{-2}]$ (d) $Y = [ML^{-2}T^{-2}]$

41. দুটি ভিন্ন প্রস্থচ্ছেদের তারের ইয়ং এর স্থিতি-স্থাপক গুণাঙ্ক একই। তার দুটি — [Ans. c]
(a) ভিন্ন দৈর্ঘ্যের (b) ভিন্ন উপাদানের
(c) একই উপাদানের (d) যেকোনোটিই হতে পারে

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
2m দৈর্ঘ্য এবং $1mm^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট তারে 20 kg ভর ঝুলালে তারটি 1 mm প্রসারিত হয়।

42. তারটির পীড়ন কত? [Ans. a]
(a) $1.96 \times 10^8\ Nm^{-2}$ (b) $2.0 \times 10^7\ Nm^{-2}$
(c) $1.96 \times 10^5\ Nm^{-2}$ (d) $1.96 \times 10^2\ Nm^{-2}$

43. উক্ত তারটির- [Ans. d]
(i) দৈর্ঘ্য বিকৃতি 0.5×10^{-2}
(ii) ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $3.92 \times 10^{11}\ Nm^2$
(iii) কৃত কাজের পরিমাণ 0.098 J
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii
(c) ii, iii (d) i, ii, iii

ড. শাহজাহান তপন স্যার

01. A ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট কোনো বস্তুতে লম্বভাবে F বল প্রয়োগ করা হলে- [Ans. c]
(a) পীড়ন $= \frac{A}{F}$ (b) পীড়ন $= F \times A$
(c) পীড়ন $= \frac{F}{A}$ (d) পীড়ন $= AF^{-1}$

02. L দৈর্ঘ্যের কোনো বস্তুর উপর দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করলে যদি এর দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন l হয়, তাহলে দৈর্ঘ্য বিকৃতি কোনটি? [Ans. a]
(a) $\frac{l}{L}$ (b) $\frac{L}{l}$ (c) $\frac{l}{A}$ (d) $L \times l^2$

03. পয়সনের অনুপাত হচ্ছে স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে– [Ans. d]
(a) $\frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$ (b) $\frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}}$
(c) $\frac{\text{ব্যবর্তন পীড়ন}}{\text{ব্যবর্তন বিকৃতি}}$ (d) $\frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$

04. নিচের কোন রাশিটির কোনো মাত্রা নেই?
(a) ইয়ং গুণাঙ্ক (b) আয়তন গুণাঙ্ক
(c) দৃঢ়তার গুণাঙ্ক (d) পয়সনের অনুপাত
সমাধান: (d); [পয়সনের অনুপাত হলো দুটি দৈর্ঘ্যের অনুপাত]

05. নিচের কোনটির স্থিতিস্থাপকতা সর্বাপেক্ষা বেশি? [Ans. a]
(a) ইস্পাত (b) রাবার (c) তামা (d) স্পঞ্জ

06. 10^8 Nm^{-2} পীড়ন প্রয়োগে 1 m দীর্ঘ একটি তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেল 10^{-3} m। তারটির ইয়ং গুণাঙ্ক কত?
(a) 10^5 Nm^{-2} (b) 10^{-11} Nm^{-2}
(c) 10^{11} Nm^{-2} (d) 10^{-5} Nm^{-2}
সমাধান: (c); $Y = \frac{\text{পীড়ন}}{\frac{l}{L}} = \frac{10^8}{10^{-3}/1} = 10^{11}$ Nm^{-2}.

07. নিচের কোনটি স্থিতিস্থাপকতার জন্য সঠিক সমীকরণ?
(a) $Y = \frac{pV}{v}$ (b) $B = \frac{dL}{Dl}$ [Ans. c]
(c) $n = \frac{F}{A\theta}$ (d) $\sigma = \frac{MgL}{\pi r^2 l}$

08. যে সব তরল পদার্থ কাঁচকে ভিজায় তাদের ক্ষেত্রে স্পর্শ কোণ–
(a) প্রায় 90° (b) প্রায় 0° [Ans. d]
(c) 90° - এর চেয়ে বড় (d) 90° - এর চেয়ে ছোট

09. কাঁচ ও বিশুদ্ধ পারদের বেলায় স্পর্শ কোণের মান- [Ans. b]
(a) 0° (b) প্রায় 139° (c) 90° (d) 8°

10. 100 g ভরের একটি বস্তু পানির মধ্যে পড়ায় তার উপর ক্রিয়ারত প্লবতা 0.981 N হলে সান্দ্র বল হবে- [Ans. b]
(a) 9.81N (b) 0.981 N (c) 1.962 N (d) 0

11. অ-পোলার অণুগুলোর মধ্যকার বন্ধনকে কী বলে? [Ans. d]
(a) আয়নিক বন্ধন (b) সমযোজী বন্ধন
(c) দ্বিপোল-দ্বিপোল (d) ভ্যানডার ওয়ালস বন্ধন

12. পানির অণুর মধ্যকার বন্ধনকে কী বলে? [Ans. c]
(a) আয়নিক বন্ধন (b) সমযোজী বন্ধন
(c) দ্বিপোল-দ্বিপোল বন্ধন (d) ধাতব বন্ধন

13. কোনটির ক্ষেত্রে ভ্যানডার ওয়ালস বল বিদ্যমান? [Ans. b]
(a) সোডিয়াম ও ক্লোরিন পরমাণুর বন্ধন
(b) অক্সিজেন অণুর বন্ধন
(c) সিলিকন পরমাণুর বন্ধন
(d) তামার পরমাণুর বন্ধন

14. পানির পৃষ্ঠটান কোনটি? [Ans. b]
(a) 7.35×10^{-3} Nm^{-1} (b) 72×10^{-3} Nm^{-1}
(c) 550×10^{-3} Nm^{-1} (d) 6.314×10^{-2} Nm^{-1}

15. তরল ও কঠিন পদার্থের মধ্যকার স্পর্শকোণ নিচের কোনটি হলে তরল পদার্থ, কঠিন পদার্থকে ভিজাবে না? [Ans. d]
(a) 0° (b) 40° (c) 60° (d) 120°

16. পানির উপর একটি ইস্পাতের ব্লেড ভেসে থাকার কারণ-
(a) পানির পৃষ্ঠটান (b) পানির ঊর্ধ্বচাপ [Ans. a]
(c) পানির ঘনত্ব ইস্পাতের ঘনত্বের চেয়ে কম হওয়ার কারণে
(d) পানির সান্দ্রতার কারণে

17. কোনটি পদার্থের সাধারণ ধর্ম? [Ans. c]
(a) পৃষ্ঠশক্তি (b) সান্দ্রতা
(c) স্থিতিস্থাপকতা (d) পৃষ্ঠটান

18. বায়ুর সংস্পর্শে 20°C তাপমাত্রায় পানির তলটান কত হবে?
(a) 735 dyne/cm (b) 73.5 dyne/cm [Ans. b]
(c) 73N m (d) 7.35 N m

19. একই উপাদানের তৈরি ২য় তারের দৈর্ঘ্য ১ম তারের দৈর্ঘ্যের দ্বিগুণ কিন্তু ব্যাসার্ধ ১ম তারের অর্ধেক হলে ও সমান ভার প্রয়োগ করলে ২য় তার ও ১ম তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণের অনুপাত কত?
(a) same (b) 2 (c) $\frac{1}{2}$ (d) 8
সমাধান: (d); $\frac{l_2}{l_1} = \frac{L_2 \times r_1^2}{L_1 \times r_2^2} = \frac{2L_1 \times r_1^2}{L_1 \times \frac{r_1^2}{4}} = 8$

20. l দৈর্ঘ্য ও r ব্যাসার্ধের একটি তারের উপাদানের ইয়ং গুণাঙ্ক Y। তারের দৈর্ঘ্য $\frac{L}{2}$ এবং ব্যাসার্ধ $\frac{r}{2}$ করা হলে ইয়ং গুণাঙ্ক কত হবে?
(a) $\frac{Y}{2}$ (b) Y (c) 2Y (d) 4Y
সমাধান: (b); নির্দিষ্ট উপাদানের তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক ধ্রুব সংখ্যা।

21. চক ও বোর্ডের অণুর আকর্ষণ বল-
(a) অভিকর্ষ বল (b) সান্দ্রবল
(c) সংসক্তি বল (d) আসঞ্জন বল
সমাধান: (d); দুটি ভিন্ন পদার্থের অণুর মধ্যে আকর্ষণ বল হল আসঞ্জন বল। একই পদার্থের অণুর মধ্যে আকর্ষণ বল হল সংসক্তি বল।

22. যদি p এবং b যথাক্রমে পীড়ন ও বিকৃতির মান হয়, তবে এদের মধ্যে সঠিক সম্পর্ক হলো- [Ans. b]
(a) $p = b$ (b) $p \propto b$ (c) $p \propto \frac{1}{b}$ (d) $p \propto \frac{1}{2\pi}b$

23. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তলটান- [Ans. c]
(a) বৃদ্ধি পায় (b) শূন্য হয়
(c) হ্রাস পায় (d) স্থির থাকে

24. $1\ mm^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ইস্পাত তারের দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? (ইস্পাতের তারের ইয়ং গুণাঙ্ক $= 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$)
(a) 10^4 N (b) 10^3 N (c) 10^2 N (d) 10^9 N
সমাধান: (a); আমরা জানি, $Y = \frac{FL}{Al}$
বা, $F = \frac{YAl}{L} = \frac{2\times10^{11}\times1\times10^{-6}\times0.05L}{L} = 1 \times 10^4$ N.

25. যখন পানিতে কিছু ডিটারজেন্ট মেশানো হয় তখন এর পৃষ্ঠটান– **[Ans. c]**
(a) অপরিবর্তিত থাকে (b) বৃদ্ধি পায়
(c) হ্রাস পায়
(d) হ্রাসও পেতে পারে বৃদ্ধিও পেতে পারে

26. একটি স্টিলের তারের তাপমাত্রা বাড়ালে ইয়ং-এর গুণাঙ্ক-
(a) হ্রাস পাবে **[Ans. a]**
(b) প্রথমে বৃদ্ধি পেয়ে পরে কমবে
(c) বৃদ্ধি পাবে
(d) একই থাকবে

27. তিনটি সমীকরণ হলো (এখানে সংকেতগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)- **[Ans. d]**
(i) $Y = \frac{MgL}{\pi r^2 l}$ (ii) $F = 6\pi r\eta v$
(iii) $v = \frac{2r^2(\rho_s - P_f)g}{9\eta}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, iii (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

28. তিনটি সূত্রের গাণিতিক রূপ- **[Ans. b]**
(i) হুকের সূত্র : পীড়ন ∝ বিকৃতি
(ii) সান্দ্রতা সংক্রান্ত নিউটনের সূত্র: $F \propto A\frac{d_v}{d_y}$
(iii) স্টোক্সের সূত্র: $F = 6\pi r\eta$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, iii (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

29. তিনটি বিবৃতি দেওয়া হলো- **[Ans. b]**
(i) সর্বাপেক্ষা কম যে বলের ক্রিয়ায় বস্তু ছিঁড়ে যায় বা ভেঙ্গে যায় তাকে অসহ বল বলে
(ii) বিভিন্ন পদার্থের অণুর মধ্যে পারস্পারিক আকর্ষণ বলের নাম সংসক্তি বল
(iii) তরলের মুক্ততলের একক ক্ষেত্রফলে সঞ্চিত বিভবশক্তিকে বলা হয় তরলের পৃষ্ঠশক্তি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

ড. তফাজ্জল হোসেন স্যার

01. টান করা তারে একক আয়তনে সঞ্চিত স্থিতিশক্তি হল–
(a) $\frac{Yl}{2L^2}$ (b) $\frac{l}{2L^2}$ **[Ans. d]**
(c) $\frac{L^2}{2Yl}$ (d) $\frac{Yl^2}{2L^2}$

02. তরলের প্রবাহের দিক ও সান্দ্র বলের মধ্যে কোণ- **[Ans. d]**
(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°

03. কৈশিক নলে তরলের মুক্ততল অবতল হয় যখন– **[Ans. c]**
(a) স্পর্শকোণ, $\theta = 0°$ (b) স্পর্শকোণ, $\theta > 90°$
(c) স্পর্শকোণ, $\theta < 90°$ (d) স্পর্শকোণ, $\theta = 90°$

04. 1 m দীর্ঘ একটি তারের দৈর্ঘ্য 0.01 m বৃদ্ধি পেলে তারটির অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতি হবে–
(a) 1 (b) 1 m (c) 0.01 (d) 0.01 m
সমাধান: (c); বিকৃতি $= \frac{l}{L} = \frac{0.01}{1} = 0.01$.

05. সান্দ্রতা কীসের সঙ্গে তুলনীয়?
(a) বল (b) কাজ (c) ত্বরণ (d) ঘর্ষণ
সমাধান: (d); সান্দ্রতাকে কখনও কখনও প্রবাহীর আঠাত্ব ও বলা হয়। এজন্য সান্দ্রতা ঘর্ষণের সঙ্গে তুলনীয়।

06. যখন কোনো কাপড় কাঁচার পাউডার পানিতে মিশানো হয়, তখন পৃষ্ঠটান— **[Ans. c]**
(a) অপরিবর্তিত থাকে (b) বাড়ে
(c) কমে
(d) বাড়তেও পারে কমতেও পারে

07. সংকট তাপমাত্রায় তরলের পৃষ্ঠটান— **[Ans. a]**
(a) শূন্য (b) অসীম
(c) অন্য তাপমাত্রায় সমান (d) অনির্ণেয়

08. উল্লম্বভাবে রাখা কৈশিক নলে পানি স্তম্ভের উচ্চতা 2 cm; কৈশিক নলটিকে উল্লম্বরেখার সাথে 60° কোণে রাখলে পানি স্তম্ভের উচ্চতা কত হবে?
(a) 1.0 cm (b) 2.0 cm (c) 3.0 cm (d) 4.0 cm
সমাধান: (a); $T = \frac{rh\rho g}{2\cos\theta} \Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = \frac{\cos\theta_2}{\cos\theta_1}$
$\Rightarrow h_2 = 2 \times \frac{\cos60°}{\cos0°} = 1.0$ cm.

09. ভিন্ন পরিধির 2 টি কৈশিক নল পানিতে ডুবানো হলে পানি স্তম্ভের উচ্চতা— **[Ans. a]**
(a) কম পরিধির নলে বেশি (b) বেশি পরিধির নলে বেশি
(c) ২ টি নলেই সমান (d) দুটি নলেই শূন্য

10. বস্তুর প্রান্তিক বেগ অর্জিত হলে, কোনো সান্দ্র-মাধ্যমের গতিশীল বস্তুর ত্বরণ হবে— **[Ans. a]**
(a) শূন্য (b) ধনাত্মক
(c) ঋণাত্মক
(d) অন্যান্য বিষয়ের উপর নির্ভরশীল

11. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে কোনো তরল মাধ্যমের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক
(a) কমে যায় (b) বৃদ্ধি পায়
(c) অপরিবর্তিত থাকে
(d) কোন কোন তরলের জন্য বৃদ্ধি পায় অন্যদের কমে
সমাধান: (a); তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তরলের η কমে কিন্তু তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে গ্যাসের η বাড়ে।

12. বায়ু মাধ্যমে স্থির অবস্থা হতে পতনশীল একটি ক্ষুদ্র বৃষ্টির ফোঁটার চূড়ান্ত বেগ? [Ans. a]
(a) h- উপর নির্ভরশীল নয় (b) h- এর সমানুপাতিক
(c) $\sqrt{h}$- এর সমানুপাতিক (d) $-h$ এর সমানুপাতিক

13. কোনো বৃষ্টির ফোঁটা প্রান্তিক বেগ অর্জন করে কারণ- [Ans. c]
(a) পৃষ্ঠটান (b) বায়ুর উর্ধ্বমুখী টান
(c) বায়ু কর্তৃক প্রযুক্ত সান্দ্রতা বল
(d) বায়ুর প্রবাহ

14. তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে মাধ্যমের সান্দ্রতা- [Ans. a]
(a) গ্যাসের বাড়ে, তরলের কমে
(b) গ্যাসের কমে, তরলের বাড়ে
(c) গ্যাস ও তরল, উভয়ের বাড়ে
(d) গ্যাস ও তরল, উভয়ের কমে

15. নিচের কোন পদার্থটির সান্দ্রতা সর্বাধিক? [Ans. a]
(a) পারদ (b) গ্লিসারিন (c) পানি (d) অক্সিজেন

16. বিশুদ্ধ পানিতে লবণ মেশানো হলে পৃষ্ঠটান — [Ans. b]
(a) কমে যায় (b) বৃদ্ধি পায়
(c) অপরিবর্তিত থাকে (d) শূন্য হয়ে যায়

17. বিশুদ্ধ পানি ও পরিষ্কার কাঁচের মধ্যে স্পর্শকোণ প্রায় —
(a) $0°$ (b) $8°$ (c) $90°$ (d) $140°$
সমাধান: (a); সাধারণ পানি এবং কাঁচের ভিতরকার স্পর্শ কোণ প্রায় $8°$। বিশুদ্ধ পানি ও পরিষ্কার কাঁচের ভিতরকার স্পর্শ কোণ প্রায় শূন্য এবং রূপা ও পানির ভিতরকার স্পর্শ কোণ প্রায় $90°$.

18. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তরলের স্পর্শকোণ প্রায় — [Ans. a]
(a) বৃদ্ধি পায় (b) হ্রাস পায়
(c) অপরিবর্তিত থাকে (d) প্রথমে বাড়ে পরে কমে

19. কোনো তরলের পৃষ্ঠটান তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে সাধারণত — [Ans. b]
(a) বৃদ্ধি পায় (b) হ্রাস পায়
(c) ধ্রুব থাকে
(d) $100°C$ পর্যন্ত কমে, এরপর বাড়ে

20. দুটি ছোট পানির কণা একত্রে মিশে একটি অপেক্ষাকৃত বড় কণায় পরিণত হল। এই প্রক্রিয়ায় — [Ans. a]
(a) শক্তির নির্গমণ ঘটেছে (b) শক্তির শোষণ ঘটেছে
(c) শক্তির শোষণ, নির্গমণ হয়নি
(d) কিছুটা ভর শক্তিতে পরিণত হয়েছে

21. r ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার কাগজ T পৃষ্ঠটানের পানির উপর ভাসছে। পৃষ্ঠটানের জন্য কাগজটির উপর যে বল কাজ করে তা হল — [Ans. c]
(a) $\frac{T}{2\pi r}$ (b) $T \times \pi r$ (c) $T \times 2\pi r$ (d) $T \times 4\pi r$

22. কোনো তারের দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হলে ইয়ং-গুণাঙ্ক- [Ans. a]
(a) একই থাকে (b) দ্বিগুণ হয়
(c) অর্ধেক হয় (d) বৃদ্ধি পায় কিন্তু দ্বিগুণ হয় না

23. বিকৃতির একক- [Ans. d]
(a) m (b) m^2 (c) Nm (d) নেই

24. পয়সনের অনুপাতের একক- [Ans. d]
(a) N (b) Nm (c) Nm^{-2} (d) নেই

25. বৃষ্টির ফোঁটা বায়ুর মধ্য দিয়ে পড়ার সময় একটি নির্দিষ্ট বেগ অর্জন করার কারণ - [Ans. b]
(i) বাতাসের উর্ধ্বমুখী ধাক্কা (ii) বাতাসের সান্দ্রতা
(iii) বায়ুমণ্ডলে বাতাসের প্রবাহ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

26. পৃষ্ঠটান তৈরি হয় যে কারণে, তা হল - [Ans. a]
(i) অণুগুলোর মধ্যে সংসক্তি বলের জন্য
(ii) অণুগুলোর মধ্যে আসঞ্জন বলের জন্য
(iii) অণুগুলোর মধ্যে অভিকর্ষীয় বলের জন্য
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, ii (d) i, ii, iii

27. পৃষ্ঠটান হচ্ছে এমন ধর্ম যার জন্য- [Ans. b]
(i) কোনো কঠিন পদার্থ সর্বাধিক ক্ষেত্রফল দখল করে,
(ii) কোনো তরল পদার্থ সর্বনিম্ন ক্ষেত্রফল দখল করে,
(iii) কোনো তরলের উপর সর্বনিম্ন বাহ্যিক বলের অপসারণে তরলটি পূর্বাবস্থায় ফিরে যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, iii (d) i, ii, iii

28. তরল ফোঁটার গোলাকৃতি হবার প্রবণতা হয় যে কারণে তা হল- [Ans. a]
(i) পৃষ্ঠটান (ii) সান্দ্র বল (iii) অভিকর্ষ বল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, ii (d) i, ii, iii

29. একটি সরু সুই পানির উপর ভাসতে পারে যে কারণে তা হল -
(i) সুইয়ের আকৃতি ছোট (ii) পৃষ্ঠটান প্রভাব [Ans. c]
(iii) উর্ধ্বমুখী প্রবণতা বল
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
দুটি গোলকের ব্যাসার্ধের অনুপাত 1:2 এবং তার একই উচ্চতা হতে পতিত হয়ে কিছুক্ষণ পর অন্তবেগ প্রাপ্ত হয়।

30. তাদের অন্তবেগের অনুপাত -
(a) 1:4 (b) 1:2 (c) 2:1 (d) 4:1
সমাধান: (a) $v \propto r^2 \therefore \frac{v_1}{v_2} = \frac{(1)^2}{(2)^2} = \frac{1}{4}$

31. তাদের ভরবেগের অনুপাত - **[Ans. b]**
(a) 1:2 (b) 1:4 (c) 1:16 (d) 1:32

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোনো দৃঢ় অবলম্বন থেকে ঝুলানো 1.5 m দীর্ঘ একটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 0.6 mm^2। তারটির নিচ বা মুক্ত প্রান্তে 2 kg বস্তু ঝুলানো হল।

32. প্রযুক্ত ভার হবে - **[Ans. a]**
(a) 19.6 N (b) 9.8 N (c) 1.8 N (d) 2 N

33. প্রযুক্ত পীড়ন হবে - **[Ans. b]**
(a) 19.6 N (b) 3.3×10^7 Nm^{-2}
(c) 19.6 kg (d) 3.3×10^7

MCQ: সম্ভাব্য নমুনা প্রশ্ন ও সমাধান

01. হুকের সূত্র সংজ্ঞায়িত করে– **[Ans: b]**
(a) পীড়ন (b) স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক
(c) বিকৃতি (d) স্থিতিস্থাপক সীমা

02. কোনো পদার্থটির ইয়ং এর গুণাংক সবচেয়ে বেশি? **[Ans: b]**
(a) তামা (b) ইস্পাত (c) রাবার (d) প্লাস্টিক

03. পৃষ্ঠশক্তির মাত্রা কোনটি? **[Ans: b]**
(a) ML^{-2} (b) MT^{-2} (c) MLT^{-1} (d) ML^2T^{-2}

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
2m দীর্ঘ এবং 1mm ব্যাসের একটি তারকে 10N বল দ্বারা টানা হল। তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাংক $2 \times 10^{11}Nm^{-2}$।

04. তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে–
(a) 1.27×10^{-4}m (b) 5×10^{-4}m
(c) 12.7×10^{-4}m (d) 1×10^{-3}m
সমাধান: (a); $l = \frac{FL}{AY} = \frac{4FL}{\pi d^2 \times Y}$
$= \frac{4 \times 10 \times 2}{\pi \times (1 \times 10^{-3})^2 \times 2 \times 10^{11}} = 1.27 \times 10^{-4}$m

05. তারের দৈর্ঘ্য বাড়াতে কৃতকাজ –
(a) 1.72×10^{-4}J (b) 0.127×10^{-4}J
(c) 6.35J (d) 6.35×10^{-4}J
সমাধান: (d); $W = \frac{1}{2}Fl = \frac{1}{2} \times 10 \times 1.27 \times 10^{-4}$
$= 6.35 \times 10^{-4}$J

06. স্থিতিস্থাপকতার সীমার মধ্যে সুষম প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট কোনো একটি তারের- **[Ans: c]**
(i) দৈর্ঘ্য বিকৃতি বাড়লে পার্শ্ব বিকৃতি বাড়ে
(ii) দৈর্ঘ্য বিকৃতি বাড়লে পার্শ্ব বিকৃতি কমে
(iii) পার্শ্ব বিকৃতি দৈর্ঘ্য বিকৃতির সমানুপাতিক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
0.6 mm^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট 2.5 m দীর্ঘ ঝুলানো তারের মুক্ত প্রান্তে 2 kg ভরের একটি বস্তু ঝুলানো হলো।

07. প্রযুক্ত ভার কত?
(a) 2kg (b) 2N (c) 9.8N (d) 19.6N
সমাধান: (d); $W = mg = 2 \times 9.8 = 19.6$ N

08. প্রযুক্ত পীড়ন কত?
(a) 19.6kg (b) 19.6N
(c) 3.3×10^7 Nm^{-2} (d) 3.3×10^7 Kgm^{-2}
সমাধান: (c); $P = \frac{F}{A} = \frac{19.6}{0.6 \times 10^{-6}} = 3.3 \times 10^7 Nm^{-2}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
সমান দৈর্ঘ্যের তিনটি তার A, B এবং C কে একই মানের পীড়ন $(5 \times 10^{12}Nm^{-2})$ প্রয়োগের ফলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি যথাক্রমে 5%, 2% এবং 1% হলো।

09. B তারের বিকৃতি– **[Ans: c]**
(a) 2 (b) 0.2 (c) 0.02 (d) 0.002

10. A,B এবং C তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক যথাক্রমে Y_A, Y_B, Y_C হলে নিচের কোনটি সঠিক?
(a) $Y_A > Y_C > Y_B$ (b) $Y_A < Y_B < Y_C$
(c) $Y_A > Y_B > Y_C$ (d) $Y_B < Y_A < Y_C$
সমাধান: (b); $Y \propto \frac{1}{\text{বিকৃতি}}$

11. নিচের কোন রাশিটির কোনো মাত্রা বা একক নেই? **[Ans: d]**
(a) ইয়ং-এর গুণাঙ্ক (b) আয়তন গুণাঙ্ক
(c) দৃঢ়তার গুণাঙ্ক (d) পয়সনের অনুপাত

12. গাছের গোড়ায় বালি জমে থাকলে গাছ মরে যায় কারণ– **[Ans: d]**
(a) বালি অধিক পানি ধরে রাখে
(b) বালি অধিক উত্তপ্ত হয়
(c) বালি বাতাসের বল সহ্য করতে পারে না
(d) বালি কৈশিক নলের কাজ করে না, ফলে পানি ধরে রাখতে পারে না, শুষ্ক থাকে

13. একটি তারের ব্যাস 5 mm এবং দৈর্ঘ্য 1 m তারটির দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগের ফলে দৈর্ঘ্য 1 cm বৃদ্ধি পায়, কিন্তু ব্যাস 0.01 mm হ্রাস পায়। তারের উপাদানের পয়সনের অনুপাত কত?

(a) 0.05 (b) 0.04 (c) 0.2 (d) 0.002

সমাধান: (c); $\sigma = -\frac{\frac{\Delta r}{r}}{\frac{\Delta l}{l}} = \frac{\frac{-0.005}{2.5}}{\frac{1}{100}} = 0.2$

14. 1m দীর্ঘ একটি তারের দৈর্ঘ্য 0.01m বৃদ্ধি পেলে তারটির দৈর্ঘ্য বিকৃতি হবে-

(a) 1 (b) 1m (c) 0.01 (d) 0.01m

সমাধান: (c); বিকৃতির একক নেই। বিকৃতি $= \frac{l}{L} = \frac{0.01}{1} = 0.01$

15. অসংরক্ষণশীল বল হলো– **[Ans: c]**

(i) ঘর্ষণ বল (ii) তড়িৎ বল (iii) সান্দ্র বল

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

50 cm দীর্ঘ $1 \times 10^{-4} m^2$ প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট একটি তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $1.24 \times 10^{11} Nm^{-2}$। একে টেনে 0.01 cm বৃদ্ধি করা হলো।

16. দৈর্ঘ্য বৃদ্ধিতে কতটুকু কাজ সম্পন্ন হবে?

(a) 0.114 J (b) 0.124 J (c) 0.134 J (d) 0.144 J

সমাধান: (b); $W = \frac{1}{2} \cdot \frac{YAl^2}{L} = \frac{1}{2} \frac{1.24 \times 10^{11} \times 1 \times 10^{-4} \times (.01 \times 10^{-2})^2}{50 \times 10^{-2}} = 0.124 J$

17. এক্ষেত্রে–

(i) বিকৃতি = 0.0002

(ii) পীড়ন = $2.48 \times 10^7 Nm^{-2}$

(iii) পীড়ন = বিকৃতি

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, iii (b) ii, iii (c) i, ii, iii (d) i, ii

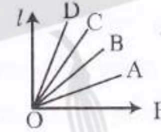
সমাধান: (d); পীড়ন, $\frac{F}{A} = Y \times$ বিকৃতি $= 2.48 \times 10^7$

18. নিচের কোনটি মাত্রাগতভাবে স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের সমতুল্য?

(a) পীড়ন (b) বিকৃতি (c) পৃষ্ঠটান (d) ত্বরণ

সমাধান: (a); স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক ও পীড়নের মাত্রা $ML^{-1}T^{-2}$

19. একই উপাদানের সমান দৈর্ঘ্যের চারটি ধাতব তারের উপর প্রযুক্ত বল (F) ও তারের সম্প্রসারণ (l) লেখচিত্র নিম্নরূপ। কোন তারটি বেশি সরু? **[Ans: d]**



(a) OA (b) OB (c) OC (d) OD

20. দুটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 1m ও 2m, ব্যাস যথাক্রমে 1mm ও 2mm। যদি এদেরকে যথাক্রমে 40N ও 80N বল দ্বারা টানা হয়, তাহলে এদের সম্প্রসারণের অনুপাত কত?

(a) 1 : 1 (b) 1 : 2 (c) 1 : 4 (d) 1 : 8

সমাধান: (a); $\frac{F_1L_1}{A_1l_1} = \frac{F_2L_2}{A_2l_2}$

$\Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{F_1L_1 \times d_2^2}{F_2L_2 \times d_1^2} = \frac{40 \times 1 \times 2^2}{80 \times 2 \times 1^2} = 1:1$

জ্ঞানমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. **স্থিতিস্থাপক সীমা বলতে কী বুঝ?** **[DB'22; Din.B'22; BB'19; SB'17; CB'17]**

উত্তর: প্রযুক্ত বলের যে সর্বোচ্চ মান পর্যন্ত কোনো বস্তু স্থিতিস্থাপক বস্তুর ন্যায় আচরণ করে অর্থাৎ যে বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর বিকৃতি ঘটিয়ে বল অপসারণ করলে বস্তুটি পূর্বাবস্থা ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

02. **অসহ পীড়ন কী?** **[RB'22]**

উত্তর: কোনো বস্তুর প্রস্থচ্ছেদের বা তলের প্রতি একক ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত অসহ ভরকে অসহ পীড়ন বলে।

03. **পয়সনের অনুপাত কী?** **[Ctg.B'22; Din.B'19]**

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের পয়সনের অনুপাত বলে।

04. **সংনম্যতা কী?** **[BB'22; DB'19; CB'19]**

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে আয়তন বিকৃতি ও আয়তন পীড়নের অনুপাতকে সংনম্যতা বলে।

05. **স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি কাকে বলে?** **[JB'22; MB'22; Din.B'19; Ctg.B'17; JB'17]**

উত্তর: কোনো তারের উপর ক্রমাগত পীড়নের হ্রাস-বৃদ্ধি করলে বস্তুর স্থিতিস্থাপকতা হ্রাস পায়। এর ফলে বস্তুটি স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যেই ছিঁড়ে যেতে পারে। বস্তুর এই অবস্থাকে স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি বলে।

06. **স্থিতিস্থাপকতা কী?** **[CB'22]**

উত্তর: বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য, আকার বা আয়তনের পরিবর্তন ঘটানো হলে বল অপসারণ করা মাত্রই বস্তুটি পূর্বাবস্থায় ফিরে আসার ধর্মকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

07. বিকৃতি কী? [RB'19]

উত্তর: বল প্রয়োগে বস্তুর একক মাত্রায় যে পরিবর্তন ঘটে তাকে বিকৃতি বলে।

08. কৈশিকতা কাকে বলে? [RB'19]

উত্তর: খুব সরু ছিদ্র দিয়ে তরলের আরোহণ অবরোহণের ঘটনাকে বলে কৈশিকতা।

09. সান্দ্রতা কাকে বলে? [Ctg.B'19; Din.B'17; All B'18; DB'17]

উত্তর: যে ধর্মের কারণে কোনো প্রবাহীর বিভিন্ন স্তরের আপেক্ষিক গতিতে বাধার সৃষ্টি হয় তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা বলে।

10. বন্ধনশক্তি কাকে বলে? [SB'19]

উত্তর: অণুতে পরমাণুসমূহ যে বল দ্বারা আবদ্ধ থাকে তাকে বন্ধনশক্তি বলে।

11. পৃষ্ঠটান কাকে বলে? [BB'19]

উত্তর: কোনো তরল পৃষ্ঠের উপর যদি একটি রেখা কল্পনা করা হয় তবে ঐ রেখার প্রতি একক দৈর্ঘ্য রেখার সাথে লম্বভাবে এবং পৃষ্ঠের স্পর্শকরূপে রেখার উভয় পাশে যে বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ তরলের পৃষ্ঠটান বলে।

12. কৃন্তন বিকৃতি কী? [CB'19]

উত্তর: যে বিকৃতির জন্য বস্তুর আয়তন বা দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকলেও তার দুটি তলের মধ্যে আপেক্ষিক সরণ ঘটে তাকে কৃন্তন বিকৃতি বলে।

13. সংসক্তি বল কী? [CB'19]

উত্তর: একই পদার্থের অণুর মধ্যে পারস্পরিক আকর্ষণ বল হল সংশক্তি বল।

14. পৃষ্ঠ শক্তি কী? [All B'18]

উত্তর: কোনো একটি তরল তলের ক্ষেত্রফল এক একক বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয়, তাকে ঐ তলের পৃষ্ঠশক্তি বলে।

15. পীড়ন কাকে বলে? [DB'17]

উত্তর: বাইরে থেকে বল প্রয়োগের ফলে কোনো বস্তুর আকার বা দৈর্ঘ্য বা আয়তনের পরিবর্তন ঘটলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তুর ভেতর থেকে এই বলকে বাধাদানকারী একটি বলের উদ্ভব হয়। বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে উদ্ভূত এই বিকৃতি প্রতিরোধকারী বলকে পীড়ন বলে।

16. প্রান্তিক বেগের সংজ্ঞা লিখ। [BB'17]

উত্তর: কোনো সান্দ্র প্রবাহী দিয়ে যদি কোনো বস্তু অভিকর্ষের প্রভাবে পতিত হয় তাহলে আদিতে অভিকর্ষজ ত্বরণের জন্য বেগ বৃদ্ধি পেতে থাকে কিন্তু যুগপৎভাবে এর ওপর বাধাদানকারী বল F বৃদ্ধি পায় ফলে বস্তুর নিট ত্বরণ কমতে থাকে। এক সময় বস্তুর নীট ত্বরণ শূন্য হয়। বস্তুটি তখন ধ্রুব বেগে পতিত হয়। এই বেগকে প্রান্তিক বেগ বলে।

17. সান্দ্রতা গুণাংকের মাত্রা সমীকরণ লিখ। [JB'17]

উত্তর: $[\eta] = [ML^{-1}T^{-1}]$

অনুধাবনমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. অসহ পীড়ন $4.5 \times 10^7\ Nm^{-2}$ বলতে কী বুঝ? [DB'22; BB'22]

উত্তর: কোনো বস্তুর প্রতি একক ক্ষেত্রফলে ন্যূনতম যে বল প্রযুক্ত হলে বস্তুটি ছিঁড়ে বা ভেঙ্গে যায় তাকে ঐ বস্তুর অসহ পীড়ন বলে। অসহ পীড়ন $4.5 \times 10^7\ Nm^{-2}$ বোঝায়, $1\ m^2$ ক্ষেত্রফলের ওপর 4.5×10^7 N বল প্রয়োগ করলে বস্তুটি ভেঙ্গে বা ছিঁড়ে যাবে।

02. সীসার আয়তন গুণাঙ্ক $1.6 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ বলতে কী বুঝ? [RB'22; Ctg.B'22]

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর আয়তন পীড়ন ও আয়তন বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা, এ ধ্রুব সংখ্যাকে আয়তন গুণাঙ্ক বলা হয়। সীসার আয়তন গুণাঙ্ক $1.6 \times 10^{10} Nm^{-2}$ বলতে বুঝায় সীসায় একক বিকৃতি সৃষ্টি করতে এর প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপর 1.6×10^{10}N বল প্রয়োগ করতে হবে।

03. ইস্পাত রাবার অপেক্ষা বেশি স্থিতিস্থাপক ব্যাখ্যা কর। [SB'22]

উত্তর: ইস্পাত ও রাবারের সমান আকারের ও সিলিন্ডার আকৃতির দুটি খণ্ড নিয়ে উভয়ের দৈর্ঘ্য বরাবর সমান মানের বল প্রয়োগ করলে দেখা যাবে যে, ইস্পাতের তুলনায় রাবারের খণ্ডে দৈর্ঘ্য বিকৃতি বেশি ঘটেছে। ইয়ং এর গুণাঙ্ক $= \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$, এই সংজ্ঞানুসারে ইস্পাতের তুলনায় রাবারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক কম মানের হয়। তাই ইস্পাত বেশি স্থিতিস্থাপক।

04. আন্তঃআণবিক বলের সাহায্যে পদার্থের স্থিতিস্থাপকতা ব্যাখ্যা কর। [JB'22]

উত্তর: সকল পদার্থের অণুর মধ্যে আন্তঃআণবিক বল ক্রিয়া করে। আণবিক দূরত্ব বেশি হলে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল তত বেশি হবে আর আণবিক দূরত্ব কম হলে বিকর্ষণ বল তত বেশি হবে। স্বাভাবিক অবস্থায় আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বলের লব্ধি শূন্য হয়। কিন্তু বস্তুকে দৈর্ঘ্য টান বা পীড়ন প্রয়োগ করা হলে অণুগুলোর মধ্যে আণবিক দূরত্ব বৃদ্ধি পায় আর আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল বৃদ্ধি পায়। এতে বস্তুর অণুগুলো আবার পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসে। ঠিক একইভাবে বস্তুর ওপর সংকোচন করলেও বিকর্ষণ বলের কারণে পূর্বের অবস্থায় আসে।

05. তাপমাত্রা বাড়ালে স্থিতিস্থাপক গুণাংকের মান কমে কেন? ব্যাখ্যা কর। [CB'22]

উত্তর: আমরা জানি, ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = \frac{FL}{Al}$

অর্থাৎ, $Y \propto \frac{L}{l}$ ... ... (i)

আবার, $\frac{l}{L} \propto \Delta T$ ... ... (ii)

(i) ও (ii) থেকে, $Y \propto \frac{1}{\Delta T}$

ইয়ং এর গুণাঙ্কের সাথে তাপমাত্রার পরিবর্তন ব্যস্তানুপাতিকভাবে সম্পর্কযুক্ত। অর্থাৎ, তাপমাত্রা বাড়লে ইয়ং এর গুণাঙ্ক কমবে।

06. পয়সনের অনুপাত ঋণাত্মক হওয়া সম্ভব কিনা? ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22]

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি। এই ধ্রুব রাশিকে বস্তুর উপাদানের পয়সনের অনুপাত বলে। এখন, কোনো তারকে এক প্রান্ত দৃঢ় অবলম্বনের সাথে আটকিয়ে নিম্ন প্রান্তে বল প্রয়োগ করে টানলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে এবং পার্শ্ব হ্রাস পাবে। পয়সনের অনুপাত, $\sigma = -\frac{L}{r} \cdot \frac{\Delta r}{\Delta L}$। এখানে, ΔL ধনাত্মক হলে Δr ঋণাত্মক হয়। এজন্যই, σ এর মান -1 অপেক্ষা বেশি এবং $\frac{1}{2}$ অপেক্ষা কম হয় $\left(-1 < \sigma < \frac{1}{2}\right)$। কিন্তু বাস্তবে σ এর মান ঋণাত্মক মান সম্ভব নয়। তাই σ এর বাস্তব মানের সীমা $0 < \sigma < \frac{1}{2}$।

07. সংনম্যতা আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের বিপরীত রাশি—ব্যাখ্যা কর। [MB'22]

উত্তর: আয়তন বিকৃতি ও আয়তন পীড়নের অনুপাতকে সংনম্যতা বলে।

অর্থাৎ, সংনম্যতা $= \frac{\text{আয়তন বিকৃতি}}{\text{আয়তন পীড়ন}} = \frac{1}{\text{আয়তন গুণাঙ্ক}}$

সুতরাং, সংনম্যতা আয়তন গুণাঙ্কের বিপরীত। তাই, আয়তন গুণাঙ্ককে অসংনম্যতাও বলা চলে।

08. শীতল পানি থেকে গরম পানির গতি দ্রুততর কেন? ব্যাখ্যা দাও। [DB'19]

উত্তর: তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে তরলের সান্দ্রতা হ্রাস পায়। তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে তরলের অণুগুলো তাপ থেকে শক্তি গ্রহণ করে বেশি শক্তি পায় এবং গতি বেড়ে যায়। এতে অণুগুলোর গড়মুক্ত পথ বৃদ্ধি পায় ফলে এদের মধ্যে ঘর্ষণ কমে যায় এবং তরলের স্তরের আপেক্ষিক বাধাও কমে যায়। আর সান্দ্রতা হ্রাস পায় বলে পানির বিভিন্ন স্তরের মধ্যে বাধার পরিমাণ হ্রাস পেয়ে পানির প্রবাহ বৃদ্ধি পায়। তাই শীতল পানি থেকে গরম পানি দ্রুততর হয়।

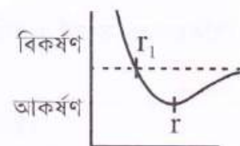
09. কাচ পৃষ্ঠে সমপরিমাণ তেল ও গ্লিসারিন রাখলে কোনটি বেশি জায়গা জুড়ে থাকবে? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'19]

উত্তর: তেল অপেক্ষা গ্লিসারিনের পৃষ্ঠটান বেশি। তাই কাচ পৃষ্ঠে সমপরিমাণ তেল ও গ্লিসারিন রাখলে তেল বেশি জায়গা জুড়ে থাকবে।

10. আন্তঃআণবিক বলের সাথে আন্তঃআণবিক দূরত্বের সম্পর্ক কীরূপ? ব্যাখ্যা কর। [SB'19]

উত্তর: আন্তঃআণবিক বল ও আন্তঃআণবিক দূরত্বের সম্পর্ক নিচের গ্রাফ দ্বারা বর্ণনা করা যায়।

r_1 হল সাম্যাবস্থা। সাম্যাবস্থার চেয়ে নিকটে থাকলে বিকর্ষণ অনুভব করবে আর সাম্যাবস্থা থেকে দূরে গেলে r পর্যন্ত আকর্ষণ বাড়তে থাকবে পরে আবার কমতে থাকবে।

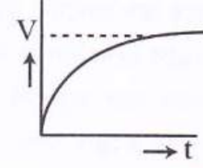


11. কৈশিক নলে পারদের অবনমন হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [BB'19]

উত্তর: পারদের পৃষ্ঠটানের জন্য সৃষ্ট স্পর্শকোণ স্থূলকোণ হয়। এর ফলে কৈশিকনলের দেয়াল স্পর্শক বরাবর বল লাভ করে এবং এর একটি প্রতিক্রিয়া বল তৈরি হয়। এই প্রতিক্রিয়া বলের উলম্ব উপাংশ নিম্নমুখী হওয়ায় পারদের অবনমন ঘটে।

12. সান্দ্র তরলের মধ্য দিয়ে ধাতব গোলক পতিত হলে বেগ বনাম সময় লেখচিত্রের প্রকৃতি কীরূপ হবে? [JB'19]

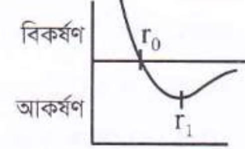
উত্তর: সান্দ্র তরলের মধ্য দিয়ে পতিত হবার গ্রাফ হল নিম্নরূপ:



স্টোকসের সূত্র মতে, $F = 6\pi r\eta v$ অর্থাৎ, v বাড়লে বাধাদানকারী সান্দ্র বলও বাড়ে। যখন প্লবতা ও F এর যোগফল অভিকর্ষ বলের সমান হয়, তখন বেগ ধ্রুব হয়। অর্থাৎ, দূরত্ব যত বাড়তে থাকে v তত বাড়তে থাকে এবং একসময় গিয়ে মান ধ্রুব হয়ে যায়।

13. সাম্যাবস্থার তুলনায় আন্তঃআণবিক দূরত্ব বেশি হলে অণুগুলো আকর্ষণ না বিকর্ষণ বল লাভ করে-ব্যাখ্যা দাও। [CB'19]

উত্তর: সাম্যাবস্থার তুলনায় আন্তঃআণবিক দূরত্ব বৃদ্ধিতে বস্তু সর্বদা আকর্ষণ লাভ করে।



এক্ষেত্রে নির্দিষ্ট দূরত্ব r_1 পর্যন্ত আকর্ষণ বলের মান বাড়তে থাকে পরে দূরত্ব বাড়লে আকর্ষণ কমতে থাকে। তবে সর্বদা আকর্ষণ বলই ক্রিয়া করে।

14. তরলের ঘনত্বের সাথে স্পর্শ কোণের সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর। [CB'19]

উত্তর: তরলের ঘনত্বের সাথে স্পর্শকোণের সম্পর্ক হল নিম্নরূপ:

তরলের ঘনত্ব কম হলে: তখন স্পর্শকোণ $0° \leq \theta \leq 90°$ এর মধ্যে হয়।

তরলের ঘনত্ব বেশি হলে: তখন স্পর্শকোণ $90° \leq \theta \leq 180°$ এর মধ্যে হয়।

$\therefore 2T\cos\theta = hr\rho g; \cos\theta \propto \rho$ অর্থাৎ, সূক্ষ্মকোণ বা স্থূলকোণ হওয়া তরলের ঘনত্বের উপর নির্ভর করে।

15. একটি মোটা ও একটি চিকন ইস্পাতের তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক সমান হবে কিনা? ব্যাখ্যা কর। [CB'19]

উত্তর: মোটা ও চিকন তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক সমান হবে।

ইয়ং এর গুণাঙ্ক একটি ধ্রুবক। যা বস্তুর আকার-আকৃতির উপর নির্ভর করে না। কোনো বস্তুর পদার্থ বা তাপমাত্রা পরিবর্তিত না হলে ইয়ং এর গুণাঙ্ক অপরিবর্তিত থাকে। এজন্য ইস্পাতের তৈরি মোটা ও চিকন তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক সমান হবে।

16. পয়সনের অনুপাত ধনাত্মক বলতে কী বুঝায়? [Din.B'19]

উত্তর: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের পয়সনের অনুপাত বলে। পয়সনের অনুপাত, $\sigma = -\frac{\Delta r L_0}{r\Delta L}$। বাস্তবে পয়সনের অনুপাত সাধারণত ধনাত্মক হয়। কারণ কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য প্রসারণ ঘটলে তার ব্যাসার্ধ সংকোচন ঘটে। অর্থাৎ, দৈর্ঘ্য বিকৃতি ধনাত্মক হলে পার্শ্ব বিকৃতি ঋণাত্মক হয়। এভাবে সমীকরণের ঋণাত্মক চিহ্ন পয়সনের অনুপাতকে ধনাত্মক ধ্রুবকে পরিণত করে।

17. একটি বস্তুর স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি সৃষ্টি হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। [All B'18]

উত্তর: বস্তুর স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি সৃষ্টির মূল কারণ ঐ বস্তুর উপর ক্রমাগত পীড়নের হ্রাস-বৃদ্ধি। এতে স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম হ্রাস পায় এবং বল অপসারণের সাথে সাথে বস্তু আগের অবস্থা ফিরে পায় না, কিছুটা দেরি হয়। এ অবস্থাই হল স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি।

18. বৃষ্টির ফোঁটা গোলাকার কেন? [All B'18]

উত্তর: পৃষ্ঠটানের কারণে বৃষ্টির ফোঁটা গোলাকার হয়। আসলে একই আয়তনের সর্বনিম্ন ক্ষেত্রফল হল গোলাকার আকৃতি। পৃষ্ঠটান বৃষ্টির ফোঁটার মুক্তপৃষ্ঠে স্পর্শক অভিমুখী হয়ে ক্রিয়া করে। ফলে তরলের মুক্তপৃষ্ঠ যথাসম্ভব টানটান অবস্থায় থাকে। তাই বৃষ্টির ফোঁটা গোলাকার হয়।

19. স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ ও অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের মধ্যে পার্থক্য লিখ। [DB'17]

উত্তর:

স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ	অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ
(i) সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে বস্তুদ্বয়ের আপেক্ষিক বেগ একই থাকে।	(i) সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে বস্তুদ্বয়ের আপেক্ষিক বেগ একই থাকে না।
(ii) গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকে।	(ii) গতিশক্তি সংরক্ষিত থাকে না।
(iii) তাপ উৎপন্ন হয় না।	(iii) তাপ উৎপন্ন হয়।

20. **কাঁচের তৈরি কৈশিক নলের মধ্যে দিয়ে পানির উপরে উঠার কারণ ব্যাখ্যা কর।** **[DB'17]**

উত্তর: কোনো কৈশিক নলকে পানির মধ্যে ডুবালে পানি উপরে উঠে আসে। এর কারণ পানির পৃষ্ঠটান। তরলের পৃষ্ঠটানের জন্য পানি কৈশিক নলে অবতল তল সৃষ্টি করে। কাঁচ ও পানির স্পর্শবিন্দুতে পৃষ্ঠটানের দরুন একটি বল পানির উপর ক্রিয়া করে। এই বলের উলম্ব উপাংশই পানিকে উপরে উঠায়। কাঁচকে ভিজায় এমন যেকোনো তরলে ডুবানো হলেই তরল কৈশিক নলের মধ্যে উপরে উঠে আসে।

21. **স্থিতিস্থাপক সীমা ও স্থিতিস্থাপক ক্লান্তির মধ্যে প্রধান পার্থক্য কী?** **[DB'17]**

উত্তর: বাইরে থেকে প্রযুক্ত বলের যে সর্বোচ্চ মান পর্যন্ত কোনো বস্তু একটি স্থিতিস্থাপক বস্তুর ন্যায় আচরণ করে, বলের সেই সর্বোচ্চ মানকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে। কোনো বস্তু স্থিতিস্থাপক সীমা পর্যন্ত পূর্ণ স্থিতিস্থাপক থাকে। এটি মূলত: এক প্রকার বল। কোনো বস্তুর ওপর ক্রমাগত বিকৃতি হয় না, বিকৃতি ধীরে ধীরে সংগঠিত হয় এবং বস্তুর স্থিতিস্থাপক ধর্মের অবনতি ঘটে। বস্তুর এই অবস্থাই স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি। এটি কোনো বল নয়, এটি পদার্থের একটি অবস্থা মাত্র।

22. **কৈশিক নলে তরলের উত্থান বা পতনের কারণ ব্যাখ্যা কর।** **[Ctg.B'17]**

উত্তর: খুব সরু ছিদ্রের নলকে কৈশিক নল বলে। কৈশিক নলকে পানিতে ডুবালে পানি কিছুটা উপরে উঠে এবং পারদে ডুবালে তা কিছুটা নিচে নামে। এর কারণ হলো তরলের পৃষ্ঠটান। পৃষ্ঠটানের দরুন তরল স্পর্শকোণ বরাবর কিছু বল লাভ করে যার একটি উপাংশ উলম্ব দিকে ক্রিয়া করে। এই উলম্ব উপাংশই তরলকে উপরে বা নিচে নামায়।

23. **পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা ধ্রুববেগে পড়ে কেন? ব্যাখ্যা কর।** **[Ctg.B'17]**

উত্তর: বৃষ্টির ফোঁটা যখন প্রথম পড়তে শুরু করে, তখন তার বেগ ক্রমাগত বাড়তে থাকে। কিন্তু, স্টোকস এর সূত্র হতে আমরা জানি, সান্দ্রবল, $F = 6\pi r\rho v$, অর্থাৎ, বেগ যত বাড়তে থাকে সান্দ্রবলও তত বৃদ্ধি পেতে থাকে। তাই বৃষ্টির ফোঁটার বেগ বাড়তে থাকলে বেগের বিপরীতে ক্রিয়ারত সান্দ্রবলও বাড়তে থাকে। এতে ফোঁটার ত্বরণ কমতে থাকে এবং এক সময় ত্বরণ শূন্য হয়ে যায়। ত্বরণ শূন্য হয়ে গেলে বৃষ্টির ফোঁটা ধ্রুববেগে নিচে পড়তে থাকে।

24. **দুটি সিলিন্ডারে রক্ষিত O_2 গ্যাসের তাপমাত্রা যথাক্রমে 20^oC ও 25^oC। কোনো গ্যাসের সান্দ্রতা বেশি হবে? কারণসহ ব্যাখ্যা কর।** **[SB'17]**

উত্তর: আমরা জানি, তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে গ্যাসের অণুসমূহের গতি বেড়ে যায়। ধীরগতির স্তরের কিছু অণু দ্রুতগতির স্তরে যায়। ফলে দ্রুতগতির স্তরের অণুগুলোর গড় দ্রুতি হ্রাস পায়। এতে দুই স্তরের মধ্যকার আপেক্ষিক গতি হ্রাস পায় তথা সান্দ্রতা বৃদ্ধি পায়। গ্যাসের সান্দ্রতা (η) তার তাপমাত্রার (T) বর্গমূলের সমানুপাতিক। অর্থাৎ, $\eta \propto \sqrt{T}$। দ্বিতীয় সিলিন্ডারের তাপমাত্রা বেশি। তাই দ্বিতীয় সিলিন্ডারের সান্দ্রতা বেশি হবে।

25. **পৃষ্ঠটান সংখ্যাগতভাবে পৃষ্ঠশক্তির সমান হলেও তারা এক নয়-ব্যাখ্যা কর।** **[BB'17]**

উত্তর: পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তি সংখ্যাগতভাবে সমান। এমনকি তাদের এককও একই। কিন্তু রাশিদ্বয়ের ভৌত তাৎপর্য এক নয়। পৃষ্ঠটান একটি বলকে নির্দেশ করে। তরল পৃষ্ঠের উপর একটি রেখা কল্পনা করা হলে, ঐ রেখার প্রতি একক দৈর্ঘ্যে রেখার সাথে লম্বভাবে এবং পৃষ্ঠের স্পর্শকরূপে রেখার উভয় পাশে যে বল ক্রিয়া করে, তাকে তরলের পৃষ্ঠটান বলে। অপরদিকে পৃষ্ঠশক্তি মূলত পৃষ্ঠটানজনিত শক্তিকে নির্দেশ করে। তরলের মুক্ততলের একক ক্ষেত্রফল বৃদ্ধির জন্য সম্পন্ন কাজের পরিমাণ তরলের পৃষ্ঠশক্তি।

26. **টিস্যু পেপার দ্বারা পানির শোষণ ব্যাখ্যা কর।** **[JB'17]**

উত্তর: টিস্যু পেপার পানি শোষণ করে পানির পৃষ্ঠটান ধর্ম ব্যবহার করে। টিস্যু পেপারে অসংখ্য ছোট ছোট ছিদ্র থাকে। এক্ষেত্রে এই ছিদ্রগুলো কৈশিক নলের মতো ক্রিয়া করে। পানির পৃষ্ঠটানের জন্য পানি ঐ ছিদ্র দিয়ে টিস্যু পেপারে প্রবেশ করে।

27. **তারের সম্প্রসারণে বিভবশক্তি সঞ্চিত হয়-ব্যাখ্যা কর।** **[CB'17]**

উত্তর: কোনো বস্তুর উপর বাইরে থেকে বল প্রয়োগ করে বস্তুর বিকৃতি ঘটালে বল দ্বারা কিছু কাজ হয়। এ কাজে যে শক্তি ব্যয় হয় তা বস্তুতে জমা হয় এবং এ শক্তিকে বলা হয় স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি। প্রযুক্ত বল অপসারিত করা হলে পীড়ন তিরোহিত হয় এবং বিকৃতির শক্তি তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। ধরা যাক, L দৈর্ঘ্যের এবং A প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট তারের দৈর্ঘ্য বরাবর F বল প্রয়োগ করায় তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হলো l।

$\therefore$ কাজ $W = \int_0^l F dl = \int_0^l \frac{YA}{L} l \, dl = \frac{YA}{L}\left[\frac{l^2}{2}\right]_0^l = \frac{YA}{L}\frac{l^2}{2}$, এই কাজই বস্তুতে স্থিতিশক্তিরূপে জমা হয়।

28. **পড়ন্ত বৃষ্টির ফোঁটার বেগ ক্রমশ বৃদ্ধি পায় না কেন ? ব্যাখ্যা কর।** **[Din.B'17]**

উত্তর: অবাধভাবে পতনশীল বৃষ্টির ফোঁটা পতনের সময় এর বেগ বৃদ্ধি পেয়ে উচ্চ বেগ প্রাপ্ত হওয়ার কথা, কিন্তু তা হয় না। এর কারণ হলো বৃষ্টির ফোঁটা যখন বায়ুমণ্ডলের ভেতর দিয়ে পড়তে থাকে অভিকর্ষের কারণে এর বেগ বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং সান্দ্রতার কারণে এর উপর বায়ুমণ্ডলের বাধাদানকারী বলও বৃদ্ধি পেতে থাকে। এক সময় ফোঁটাটির নিট ত্বরণ শূন্য হয়। ফোঁটাটি তখন ধ্রুববেগে নিচে পড়তে থাকে।

◆ CQ: সম্ভাব্য অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. পানির উপরিতলে তেল ঢালা হলে তা ছড়িয়ে পড়ে কেন?

উত্তর: পানির উপর তেল ঢালা হলে তা ছড়িয়ে পড়ে। কারণ বিশুদ্ধ পানির পৃষ্ঠটান তেলের পৃষ্ঠটানের চেয়ে বেশি। ফরে তেলের উপর টান ক্রিয়া করে এবং তেল পানির উপর ছড়িয়ে পড়ে।

02. মধুর সান্দ্রতাংক $2kgm^{-1}s^{-1}$ বলতে কী বুঝ?

উত্তর: মধুর সান্দ্রতাঙ্ক $2kgm^{-1}s^{-1}$ বলতে বুঝায় যে, $1m^2$ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট মধুর দুটি প্রবাহী স্তর পরস্পর হতে 1m দূরে অবস্থিত হলে তাদের মধ্যে $1ms^{-1}$ আপেক্ষিক বেগ বজায় রাখতে 2N বল প্রযুক্ত হয়।

প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. **A ও B দুইটি ধাতব তার। তাদের দৈর্ঘ্য যথাক্রমে 2 m ও 2.05 m এবং তাদের ব্যাস যথাক্রমে 2 mm ও 5 mm । তার দুইটিতে সমান ভরের বস্তু ঝুলালে A তারের প্রসারণ B তারের প্রসারণ অপেক্ষা দ্বিগুণ হয়। A তারের পয়সনের অনুপাত 0.4।** **[DB'22]**

(গ) A তারের দৈর্ঘ্য 25% বৃদ্ধি করলে ক্ষেত্রফল কতটুকু হ্রাস পাবে? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের কোনো তারটির স্থিতিস্থাপকতা বেশি– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, A তারের ব্যাসার্ধ, $R = \frac{2}{2}mm = 1\ mm$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি $= \frac{\Delta L}{L} = 25\% = 0.25$

পয়সনের অনুপাত, $\sigma = 0.4$

ব্যাসার্ধের পরিবর্তন, $\Delta r = ?$

আমরা জানি, $\sigma = \frac{-L}{r} \times \frac{\Delta r}{\Delta L} \Rightarrow \Delta r = -\sigma r \times \frac{\Delta L}{L} = -0.4 \times 1 \times 0.25 = -0.1\ mm$

ঋণাত্মক চিহ্ন নির্দেশ করে যে, ব্যাসার্ধ হ্রাস পেয়েছে।

সুতরাং, ক্ষেত্রফল হ্রাস $= \Delta A = \left\{1 - \left(\frac{r+\Delta r}{r}\right)^2\right\} \times A = \left\{1 - \left(\frac{1-0.1}{1}\right)\right\} \times \pi \times 1^2\ mm^2 = 0.597\ mm^2$

ঘ. আমরা জানি, $Y = \frac{FL}{Al} = \frac{mgL}{\pi r^2 l} \therefore \frac{Y_A}{Y_B} = \frac{mgL_A}{\pi r_A^2 l_A} \times \frac{\pi r_B^2 l_B}{mgL_B} = \left(\frac{L_A}{L_B}\right) \times \left(\frac{r_B}{r_A}\right)^2 \times \left(\frac{l_B}{l_A}\right)$

$\Rightarrow \frac{Y_A}{Y_B} = \frac{2}{2.05} \times \left(\frac{5}{2}\right)^2 \times \left(\frac{1}{2}\right) \Rightarrow \frac{Y_A}{Y_B} = 3.048 \therefore Y_A = 3.048 \times Y_B$

অতএব, $Y_A > Y_B \therefore$ A তারটি অধিক স্থিতিস্থাপক।

02. **সুমন 2 বর্গমিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল এবং 9 m দীর্ঘ একটি তার নিয়ে নিচের প্রান্তে 12 kg ভর ঝুলিয়ে দিল। এতে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটল আদি দৈর্ঘ্যের 0.001% । ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $20 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$।** **[RB'22]**

(গ) উদ্দীপকে তারের উপর প্রযুক্ত পীড়ন নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে সুমনের ব্যবহৃত তারটি ইস্পাত ছিল কিনা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 2\ mm^2 = 2 \times 10^{-6} m^2$

তাহলে প্রযুক্ত পীড়ন, $P = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{12 \times 9.8}{2 \times 10^{-6}} = 5.88 \times 10^7 Nm^{-2}$

অতএব, তারের ওপর প্রযুক্ত পীড়ন $= 5.88 \times 10^7 Nm^{-2}$

ঘ. 'গ' হতে পাই, প্রযুক্ত পীড়ন $= \frac{F}{A} = 5.88 \times 10^7 Nm^{-2}$

আদি দৈর্ঘ্য, $L = 9m$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 9 \times 0.001\% = 9 \times 10^{-5} m$

বিকৃতি $= \frac{l}{L} = \frac{9\times10^{-5}}{9} = 10^{-5}$

এখন, ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = \frac{\text{প্রযুক্ত পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \frac{5.88\times10^7}{10^{-5}} = 5.88 \times 10^{12} Nm^{-2}$

সুতরাং, সুমনের ব্যবহৃত তারটি ইস্পাতের নয়।

03. একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য **2 m**, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল **$1\ mm^2$** এবং অসহপীড়ন **$4.76 \times 10^7\ Nm^{-2}$**। তারটির এক প্রান্তে **2 kg** ভর ঝুলালে তারের দৈর্ঘ্য **2×10^{-4} m** বৃদ্ধি পায়। এই ভরসহ তারটিকে এর আদি দৈর্ঘ্যের সমান ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তাকার **$4\ rads^{-1}$** বেগে ঘুরাতে গেলে তারটি ছিঁড়ে যায়। **[Ctg.B'22]**

(গ) তারটির ইয়ং-এর গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) তারটি কেন ছিঁড়ে গেলো তা উদ্দীপক অনুসারে গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

$Y = \frac{FL}{Al} = \frac{mgL}{\pi r^2 \times Al}$

$Y = \frac{2\times9.8\times2}{1\times10^{-6}\times2\times10^{-4}}$

$m = 2\ kg$

$L = 2m$

$A = 1mm^2 = 1 \times 10^{-6}\ m^2$

$l = 2 \times 10^{-4}\ m$

$\therefore Y = 1.96 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

$\therefore$ তারটির ইয়ং এর গুণাঙ্ক হলো $1.96 \times Nm^{-2}$

ঘ. আমরা জানি, অসহ বল, F = প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $\times$ অসহপীড়ন

$= (1 \times 10^{-6} \times 4.76 \times 10^7) = 4.76 \times 10\ \ N = 47.6\ N$

সর্বোচ্চ সহনীয় কৌণিক বেগ ω হলে, $m\omega^2 r = 47.6 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{47.6}{2\times2}}\ [r = L]$

$\therefore \omega = 3.45\ rads^{-1}$

$\therefore$ অসহ বল 47.6N এর জন্য সর্বোচ্চ $3.45\ rads^{-1}$

কৌণিক বেগে ঘুরানো সম্ভব। কিন্তু উদ্দীপকে $4\ rads^{-1}$ বেগে ঘুরানোতে তার ছিঁড়ে গেছে। **(Ans.)**

04. একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য **2 m** এবং ব্যাস **1 mm**। তারটির উপর **10 N** বল প্রয়োগ করার ফলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। ইস্পাত তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক **$Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$**।

(গ) উদ্দীপক অনুসারে তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) তারটির প্রসারণে মোট কৃতকাজ, একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি অপেক্ষা কিরূপ হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. তারের দৈর্ঘ্য, $L = 2m$; দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হলো l; ব্যাস, $d = 1\ mm$ অথবা ব্যাসার্ধ,

$r = 0.5\ mm = 0.5 \times 10^{-3}\ m = 5 \times 10^{-4}\ m$

প্রযুক্ত বল, $F = 10\ N$

এখন, ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = \frac{FL}{Al} = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2} \Rightarrow l = \frac{FL}{A\times Y} = \frac{10\times2}{\pi\times(5\times10^{-4})^2\times2\times10^{11}} = 1.273 \times 10^{-4}\ m$

সুতরাং দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হলো, $l = 1.273 \times 10^{-4}\ m$

ঘ.

তারের আয়তন, $V = \pi r^2 L = \pi \times (5 \times 10^{-4})^2 \times 2$
$= 1.570796 \times 10^{-6}\ m^3$
তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 1.273 \times 10^{-4}$ m
তারটির প্রসারণে মোট কৃতকাজ,
$\therefore W = \frac{1}{2} \times V \times Y \times \left(\frac{l}{L}\right)^2$
$= \frac{1}{2} \times 1.570796 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^{11} \times \left(\frac{1.273\times10^{-4}}{2}\right)^2$ J
$= 6.3638 \times 10^{-4}$ J
আর একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি হলো,
$U = \frac{1}{2} Y \left(\frac{l}{L}\right)^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{11} \times \left(\frac{1.273\times10^{-4}}{2}\right)^2$
$= 4.0513 \times 10^2$ J

$r = 5 \times 10^{-4}$ m ('গ' হতে)

মূলত সূত্র হলো:
$W = \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ আয়তন $\times$ বিকৃতি
$= \frac{1}{2} \times V \times \frac{F}{A} \times \frac{l}{L}$
$= \frac{1}{2} \times V \times \frac{F}{A} \times \frac{L}{l} \times \frac{l}{L} \times \frac{l}{L}$
$= \frac{1}{2} \times V \times \frac{FL}{Al} \times \left(\frac{l}{L}\right)^2$
$= \frac{1}{2} \times V \times Y \times \left(\frac{l}{L}\right)^2$ [কারণ $Y = \frac{FL}{Al}$]

অর্থাৎ, $W = V \times U$ বা, মোট কৃতকাজ = তারের আয়তন × একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি
অর্থাৎ, মোট কৃতকাজ ও একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তির অনুপাত তারের আয়তন।

05. একটি পিতলের তার A যার অসহ ভার 9.23×10^4 N। এই তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করা হলে এর দৈর্ঘ্য 10% বৃদ্ধি পায় এবং ব্যাস 5% হ্রাস পায়। অপর একটি পিতলের তার B যার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $10^{-6}\ m^2$ এবং দৈর্ঘ্য 0.3 m। B তারের এক প্রান্তে 10 kg ভরের বস্তু বেঁধে সর্বোচ্চ 4 $rads^{-1}$ কৌণিক দ্রুতিতে ঘুরানো সম্ভব হয়। **[BB'22]**

(গ) A তারের পয়সনের অনুপাত কত? নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) A ও B তারের মধ্যে কোনটি অধিকতর মোটা? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মন্তব্য কর। ৪

উত্তর

গ. তারের আদি দৈর্ঘ্য = L
তারের আদি ব্যাস = D
দৈর্ঘ্য পরিবর্তন, $l = L \times 10\% = 0.1 L$
পার্শ্ব পরিবর্তন, $d = D \times (-5\%) = -0.05D$ [যেহেতু হ্রাস পেয়েছে, তাই পরিবর্তন ঋণাত্মক]
$\therefore$ পয়সনের অনুপাত, $\sigma = -\frac{\frac{d}{D}}{\frac{l}{L}} = -\frac{-0.05\frac{D}{D}}{0.1\frac{L}{L}} = 0.5$ (**Ans.**)

ঘ. উদ্দীপকে A তার সম্পর্কিত পর্যাপ্ত তথ্য না থাকায় এই প্রশ্নের উত্তর দেওয়া সম্ভব নয়।

06. 6 m দৈর্ঘ্যের এবং 0.6 mm ব্যাসার্ধের একটি ইস্পাতের এবং অপর একটি সীসার তারের শেষ প্রান্তে 25 kg ভর ঝুলিয়ে দিলে তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ যথাক্রমে 0.026 m এবং 0.325 m পাওয়া গেল। ইস্পাতের তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$। **[JB'22]**

(গ) উদ্দীপকের ইস্পাতের তারের ব্যাসার্ধ 8.58×10^{-4} mm হ্রাস পেলে পয়সনের অনুপাত নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের তারদ্বয়ের মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. ইস্পাতের তারের ব্যাসার্ধ হ্রাস, $d = -8.58 \times 10^{-4}$ mm
ইস্পাতের তারের ব্যাসার্ধ, D = 0.6 mm
ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য, L = 6 m
ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ, $l = 0.026$ m
পয়সনের অনুপাত, $\sigma = \frac{-\frac{d}{D}}{\frac{l}{L}} = -\frac{\frac{-8.58\times10^{-4}}{.6}}{\frac{.026}{6}} = 0.33$

ঘ. সীসার তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক হবে, $Y_p = \frac{mgL}{\pi r^2 l} = \frac{25 \times 9.8 \times 6}{\pi \times (0.6 \times 10^{-3})^2 \times 0.325} = 4 \times 10^9\ Nm^{-2}$

আর ইস্পাতের তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক হলো,

$Y_s = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ [প্রশ্নে প্রদত্ত তথ্যানুসারে, $Y_s = \frac{mgL}{\pi r^2 l} = \frac{25 \times 9.8 \times 6}{\pi \times (0.6 \times 10^{-3})^2 \times 0.026} = 5 \times 10^{10} Nm^{-2}$]

দেখা যাচ্ছে, $Y_s > Y_p$। তাই ইস্পাত বেশি স্থিতিস্থাপক।

07. একটি ধাতব তারে 10 kg ভর ঝুলানোর ফলে এর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ ও ব্যাস তিন-চতুর্থাংশ হয়। **[CB'22]**

ধাতু	ইয়ং এর গুণাঙ্ক (Y)
Al	$7 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$
Fe	$11.5 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$
Cu	$13 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$

(গ) উক্ত ধাতব তারের পয়সনের অনুপাত কত? ৩

(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে ধাতব তারটি কী দিয়ে তৈরি? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক তোমার মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

পয়সনের অনুপাত $= -\frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$

এখন, তারের আদি দৈর্ঘ্য, $L = L_0$; পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য, $L' = 2L_0$

দৈর্ঘ্য পরিবর্তন, $\Delta L = L' - L = 2L_0 - L_0 = L_0$

তারের আদি ব্যাস, $D = D_0$; পরিবর্তিত ব্যাস, $D' = \frac{3}{4} D_0$

তারের ব্যাসের পরিবর্তন, $\Delta D = D' - D = \frac{3}{4} D_0 - D_0 = -\frac{D_0}{4}$

এখন, পয়সনের অনুপাত, $\sigma = -\frac{\frac{-\frac{D_0}{4}}{D_0}}{\frac{L_0}{L_0}} = \frac{1}{4} = 0.25$

∴ পয়সনের অনুপাত হলো 0.25

ঘ. আমরা জানি, ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = \frac{FL}{Al}$

দৈর্ঘ্য পরিবর্তন, $l = 2L - L = L$

এখন, $Y = \frac{mgL}{\pi r^2 l} = \frac{10 \times 9.8 \times L}{\pi \times \left(\frac{D}{2}\right)^2 \times L}$ | $m = 10$ kg

$Y = 124.78 \times \frac{1}{D^2}$ | $g = 9.8,\ ms^{-2}$ | $r = \frac{D}{2}$ m

কিন্তু তারের ব্যাস D এর মান উদ্দীপকে দেওয়া নেই। তাই ইয়ং গুণাঙ্ক নির্ণয় করা সম্ভব নয়। আর ধাতব তার কী দিয়ে তৈরি সেটিও বলা সম্ভব নয়।

08. একটি অ্যালুমিনিয়ামের তারের দৈর্ঘ্য 2 m, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $1\ mm^2$ এবং অপর একটি কার্বন মিশ্রিত অ্যালুমিনিয়ামের তারের দৈর্ঘ্য 2.25 m, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $0.90\ mm^2$। তার দুটির প্রত্যেকটিতে 20 N বল প্রয়োগ করলে যথাক্রমে 0.2 mm ও 0.19 mm দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। **[Din.B'22]**

(গ) অ্যালুমিনিয়ামের তারের প্রতি একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) অ্যালুমিনিয়ামের সাথে কার্বন মেশানোর ফলে স্থিতিস্থাপকতার কিরূপ পরিবর্তন ঘটে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে,
তারের দৈর্ঘ্য, $L = 2m$
প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 1mm^2 = 1 \times 10^{-6}m^2$
প্রযুক্ত বল, $F = 20N$
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 0.2\ mm = 0.2 \times 10^{-3}m$
একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি, $U = \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি $= \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{l}{L} = \frac{1}{2} \times \frac{20}{1\times10^{-6}} \times \frac{0.2\times10^{-3}}{2} = 1000\ J$ **(Ans.)**

ঘ. অ্যালুমিনিয়ামের ক্ষেত্রে,
বল, $F = 20\ N$
দৈর্ঘ্য, $L_1 = 2m$
ক্ষেত্রফল, $A_1 = 1 \times 10^{-6}m^2$
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_1 = 0.2\ mm = 0.2 \times 10^{-3}m$
$\therefore$ স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক, $Y_1 = \frac{FL_1}{A_1 l_1} = \frac{20\times2}{1\times10^{-6}\times0.2\times10^{-3}} = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$
অ্যালুমিনিয়ামের সাথে কার্বন মেশানোর ফলে, $L_2 = 2.25\ m$
$A_2 = 0.9\ mm^2 = 0.9 \times 10^{-6}m^2$
বল, $F = 20N$
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l_2 = 0.19\ mm = 0.19 \times 10^{-3}\ m$
স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক, $Y_2 = \frac{FL_2}{A_2 l_2} = \frac{20\times2.25}{0.9\times10^{-6}\times0.19\times10^{-3}} = 2.63 \times 10^{11}Nm^{-2}$
সুতরাং অ্যালুমিনিয়ামের সাথে কার্বন মেশানোর ফলে স্থিতিস্থাপকতা Y_2, যা Y_1 এর চেয়ে বেশি। অর্থাৎ, স্থিতিস্থাপকতা বেড়ে গেছে।

09. **আজহার $0.3\ m$ লম্বা এবং $10^{-6}\ m^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট তারের এক প্রান্তে $10\ kg$ ভরের একটি বস্তুকে বেঁধে বৃত্তাকার পথে ঘুরাচ্ছে। তারটির উপাদানের অসহ পীড়ন $4.8 \times 10^7\ Nm^{-2}$।** **[MB'22]**
(গ) তারটির অসহ বল নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের তারটি সর্বনিম্ন কত বেগে ঘুরালে ছিঁড়ে যাবে? ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. অসহ পীড়ন $= 4.8 \times 10^7\ Nm^{-2}$
প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $= 10^{-6}\ m^2$
আমরা জানি, অসহ পীড়ন $= \frac{\text{অসহ বল}}{\text{প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল}}$
$\Rightarrow$ অসহ বল = অসহ পীড়ন $\times$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $= 4.8 \times 10^7 \times 10^{-6} = 48\ N$
$\therefore$ তারটির অসহ বল 48 N

ঘ. 'গ' হতে প্রাপ্ত, তারটির অসহ বল 48 N। তারটির কেন্দ্রমুখী বল অসহ বল অপেক্ষা বৃহত্তর হলেই তারটি ছিঁড়ে যাবে।
ধরি, v বেগে ঘুরালে তারটি ছিঁড়ে যাবে।
বস্তুর ভর, $m = 10\ kg$
তারের দৈর্ঘ্য, $r = 0.3\ m$
এখন, $\frac{mv^2}{r} \geq 48 \Rightarrow v \geq \sqrt{\frac{48\times0.3}{10}} \geq 1.2\ ms^{-1}$
$\therefore$ তারটি সর্বনিম্ন $1.2ms^{-1}$ বেগে ঘুরালে ছিঁড়ে যাবে।

10. **একটি দৃঢ় অবলম্বন হতে $200\ cm$ দৈর্ঘ্য ও $1\ mm^2$ প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট দুটি ভিন্ন উপাদানের তার A ও B ঝুলিয়ে তারদ্বয়ের নিচে $10\ kg$ করে ভর ঝুলানো হলো। ফলে A তারটির দৈর্ঘ্য 7% ও B তারটির দৈর্ঘ্য 8% বৃদ্ধি পেল। $[g = 9.8\ ms^{-2}]$।** **[DB'19]**
(গ) **B তারটির একক আয়তনের বিভব শক্তি কত?** ৩
(ঘ) **সমান বল প্রয়োগে বস্তুর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির সাথে ইয়ং-এর গুণাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।** ৪

উত্তর

গ. B তারটির ক্ষেত্রে, পীড়ন $= \frac{F}{A} = \frac{10\times9.8}{1\times10^{-6}}\ Nm^{-2} = 9.8\times10^{7}\ Nm^{-2}$

বিকৃতি $= \frac{l}{L} = 0.08$। একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি $= \frac{1}{2}\times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি

$= \frac{1}{2}\times9.8\times10^{7}\times0.08 = 3.92\times10^{6}\ Jm^{-3}$। অর্থাৎ, সঞ্চিত শক্তি 3920000 জুল।

ঘ. এখানে, $L_1 = L_2 = 200\ cm$; $A_1 = A_2 = 1\ mm^2$

$l_1 = L_1\times7\% = 14\ cm$; $l_2 = L_2\times8\% = 16\ cm$; $F_1 = F_2$

$Y_A = \frac{F_1L_1}{A_1l_1}$; $Y_B = \frac{F_2L_2}{A_2l_2}$ $\therefore \frac{Y_A}{Y_B} = \frac{F_1L_1}{A_1l_1}\times\frac{A_2l_2}{F_2L_2} \Rightarrow \frac{Y_A}{Y_B} = \frac{l_2}{l_1} \Rightarrow \frac{Y_A}{Y_B} = \frac{16}{14} = \frac{8}{7}$ $\therefore Y_A : Y_B = 8:7$

অর্থাৎ, উদ্দীপকের আলোকে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির সাথে ইয়ং এর গুণাঙ্কের সম্পর্ক ব্যস্তানুপাতিক। A ও B এর ইয়ং এর গুণাঙ্কের অনুপাত 8 : 7।

11. একই আয়তন, উপাদান ও $0.5\times10^{-2}m$ ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি নিরেট সিলিন্ডার ও গোলক একত্রে পানিতে ছেড়ে দেয়া হলো। বস্তুদ্বয়ের উপাদানের ও পানির ঘনত্ব যথাক্রমে $7800\ kgm^{-3}$ এবং $1000\ kgm^{-3}$। পানির সান্দ্রতা সহগ $0.001\ kgm^{-1}s^{-1}$। [RB'19]

(গ) সিলিন্ডারটি পানির ভেতর খাড়াভাবে পতনশীল হলে এর প্রান্ত বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) সিলিন্ডার ও গোলকের মধ্যে কোনটি অধিক সান্দ্রবল অনুভব করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $v_{সিলিন্ডার} = \frac{2}{9}\times\frac{r^2\times(\rho_{বস্তু}-\rho_{পানি})\,g}{\eta} = \frac{2}{9}\times\frac{(0.5\times10^{-2})^2\times(7800-1000)\times9.8}{0.001} = 370.22ms^{-1}$

ঘ. আমরা জানি, $F_{সিলিন্ডার} = 6\pi r\eta v$

'গ' থেকে পাই, $v_{সিলিন্ডার} = 370.22ms^{-1}$

$\therefore F_{সিলিন্ডার} = 0.03489N$ $\therefore v_{গোলক} = \frac{2}{9}\times\frac{\pi^2\times(\rho_{বস্তু}-\rho_{পানি})g}{\eta} = 370.22ms^{-1}$ $\therefore F_{গোলক} = 6\pi r\eta v = 0.03489N$

$\therefore$ বস্তু দুইটি সমান বল অনুভব করবে।

12. রাফি পরীক্ষাগারে একটি তার ইস্পাতের তৈরি কিনা যাচাই করছিল। এজন্য সে 2m দীর্ঘ এবং 1.12 mm ব্যাসবিশিষ্ট একটি তার নিল। তারটিতে 25 J বিভবশক্তি প্রয়োগ করায় তারটির দৈর্ঘ্য 3 cm বৃদ্ধি পায় এবং ব্যাস $5\times10^{-3}mm$ হ্রাস পায়। বিশুদ্ধ ইস্পাতের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $2\times10^{11}Nm^{-2}$। [Ctg.B'19]

(গ) উদ্দীপকের তারটির পয়সনের অনুপাত নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) রাফির ব্যবহৃত তারটি ইস্পাতের ছিল কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $\sigma = -\frac{পার্শ্ব\ বিকৃতি}{দৈর্ঘ্য\ বিকৃতি} = -\frac{-\frac{5\times10^{-6}}{1.12\times10^{-3}}}{\frac{0.03}{2}} = 0.2976 \approx 0.3$

ঘ. $W = \frac{YAl^2}{2L} \Rightarrow Y = \frac{2WL}{Al^2} = \frac{2\times25\times2}{\frac{1}{4}\pi\times(1.12\times10^{-3})^2\times0.03^2} = 1.128\times10^{11}Nm^{-2}$

$\therefore$ রাফির ব্যবহৃত তারটি ইস্পাতের ছিল না।

13. দীপ গবেষণাগারে 6 m দৈর্ঘ্যের এবং 0.6 mm ব্যাসের একটি ইস্পাতের এবং আরেকটি সীসার তারের শেষ প্রান্তে পর্যায়ক্রমে 25 kg ভর ঝুলিয়ে দেওয়ার পর উভয় তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ পেল যথাক্রমে 0.026 m এবং 0.325 m $[Y_s = 2\times10^{11}Nm^{-2}]$ [SB'19]

(গ) প্রসারিত অবস্থায় ইস্পাত তারটির মধ্যে স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের কোন তারটির ভার নেওয়ার সামর্থ্য বেশি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. প্রসারিত অবস্থায়, $W = \frac{1}{2}\cdot\frac{YAl^2}{L} = \frac{1}{2}\times\frac{2\times10^{11}\times\pi\times(0.3\times10^{-3})^2\times(0.026)^2}{6} = 3.1855\ J$

যা ইস্পাত তারের স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি।

ঘ. 6 নং (ঘ) এর অনুরূপ

14. একটি স্টীল তারের ওপর **10N** বল প্রয়োগে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হয় **0.1 mm**। বলের পরিবর্তন করার ফলে একই দৈর্ঘ্যের এবং দ্বিগুণ ব্যাসার্ধের জন্য একটি তারে সমপরিমাণ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে। **[BB'19]**

(গ) উদ্দীপকের প্রথম তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতিতে কৃতকাজ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত বলের পরিবর্তনের পরিমাণ গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. কৃতকাজ, $W = \frac{1}{2}Fl = \frac{1}{2} \times 10 \times 0.1 \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-4}$ J (**Ans.**)

ঘ. $Y = \frac{FL}{Al}$ এখন, $Y_1 = Y_2 \Rightarrow \frac{F_1L_1}{A_1l_1} = \frac{F_2L_1}{A_2l_1} \Rightarrow F_2 = F_1 \cdot \frac{A_2}{A_1} = F_1 \cdot \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = F_1 \cdot 2^2 = 4 \times 10\ N = 40\ N$

∴ বলের পরিবর্তন $= (40 - 10)\ N = 30\ N$

15. মানহা পানির ওপরিতলে ভাসমান **5 cm** দৈর্ঘ্যের একটি তারকে অনুভূমিক অবস্থায় খাড়া ওপরে তুললো। এরপর পানিতে একটি লোহার গোলককে ছেড়ে দিয়ে প্রান্তবেগ পরিমাপ করলো। পরবর্তীতে ওই পানির তাপমাত্রা বাড়িয়ে আবারও একই গোলককে ছেড়ে দিয়ে প্রান্তবেগ পরিমাপ করলো। **[CB'19]**

(গ) মানহা তারটিকে ওপরে তুলতে কী পরিমাণ বল প্রয়োগ করবে নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের কোনো ক্ষেত্রে প্রান্তবেগ বেশি পাওয়া যাবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মতামত দাও। ৪

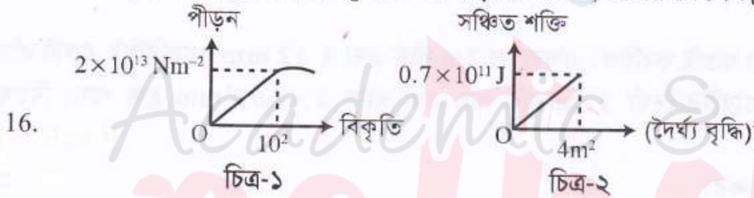
উত্তর

গ. আমরা জানি, পানির পৃষ্ঠটান $T = 0.072$ Nm $\therefore T = \frac{F}{l'} \Rightarrow F = Tl' = 0.072 \times (2 \times 0.05) = 7.2 \times 10^{-3}$N (**Ans.**)

ঘ. প্রান্তবেগ, $v_C = \frac{2r^2g}{9\eta}(\delta - \delta_w)$

তাপমাত্রা বাড়লে শুধু η বাদে বাকি সব অপরিবর্তিত থাকে। অর্থাৎ, η নির্দেশ করবে v_C এর পরিবর্তন।

এখন আমরা জানি, তরলের ক্ষেত্রে, $\log\eta = A + \frac{B}{T}$; যেখানে, A, B ধ্রুবক। অর্থাৎ, তাপমাত্রা বাড়লে η এর মান হ্রাস পাবে। এখন η এর মান হ্রাস পেলে v_C এর মান বাড়বে। অর্থাৎ, দ্বিতীয় ক্ষেত্রে v_C বেশি হবে।

16. 

2m দৈর্ঘ্যের ও **0.8 mm** প্রস্থচ্ছেদের ব্যাসবিশিষ্ট দুটি ভিন্ন ভিন্ন তার নেওয়া হলো। তার দুটির প্রথমটির ক্ষেত্রে স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বনাম বিকৃতির লেখচিত্র [চিত্র-১] এবং দ্বিতীয়টির ক্ষেত্রে মোট সঞ্চিত শক্তি বনাম (দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি)^2- এর লেখচিত্র [চিত্র-২] নিচে প্রকাশ করা হয়েছে- **[Din.B'19]**

(গ) স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে ১ম তারে চিত্র-১ অনুসারে সর্বোচ্চ সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত? নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) দুটি তারের মধ্যে কোনটি অধিক স্থিতিস্থাপকতা গাণিতিক বিশ্লেষণসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. ১ম তারে একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি, $W_V = \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি $= \left(\frac{1}{2} \times 2 \times 10^{13} \times 10^2\right)$ J $= 10^{15}$J

∴ ১ম তারে সঞ্চিত মোট শক্তি, $W = W_V \times V = W_V \times \pi r^2 \times L = 10^{15} \times 3.1416 \times \left(\frac{0.8\times10^{-3}}{2}\right)^2 \times 2$

$= 1005312000$ J (**Ans.**)

ঘ. ১ম তারটির স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক, $Y_1 = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \frac{2\times10^{13}}{10^2}\ Nm^{-2} = 2 \times 10^{11}Nm^{-2}$

২য় তারের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক Y_2 হলে, $W = \frac{1}{2} \times \frac{Y_2Al^2}{L} \Rightarrow Y_2 = \frac{2L\times W}{Al^2} = \frac{2\times2\times0.7\times10^{11}}{\pi\times(0.4\times10^{-3})^2\times4} = 1.3926 \times 10^{17}$

∴ $Y_2 > Y_1$; অর্থাৎ, ২য় তারটি অধিক স্থিতিস্থাপক।

17. একটি স্প্রিং-এ **80 gm** ভর চাপালে **2 cm** দৈর্ঘ্য প্রসারণ হয় এবং **600 gm** ভর চাপালে **8 cm** দৈর্ঘ্য প্রসারণ হয়। অরনী উক্ত স্প্রিং এর সাম্যাবস্থান হতে **1 cm** দৈর্ঘ্য প্রসারণ পর্যবেক্ষণ করলো। **[Din.B'19]**

(গ) স্প্রিং ধ্রুবকের মান বের কর। ৩

(ঘ) অরনী উভয় ভরের ক্ষেত্রে স্প্রিংটির সঞ্চিত শক্তির কীরূপ পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ করেছিল গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. এখানে বল, $F_1 = m_1 g = \left(\frac{80}{1000} \times 9.8\right) = 0.784N$

সরণ, $x_1 = 0.02m$

জানা আছে, স্প্রিং ধ্রবক $= k_1$ হলে, $F_1 = k_1 x_1 \Rightarrow k_1 = \frac{F_1}{x_1} = \frac{0.784}{0.02} \therefore k_1 = 39.2\ Nm^{-1}$(**Ans.**)

আবার, $F_2 = \frac{600}{1000} \times 9.8\ N = 5.88N$; $x_2 = 0.08m \therefore k_2 = \frac{F_2}{x_2} = \frac{5.88}{0.08} = 73.5Nm^{-1}$(**Ans.**)

ঘ. প্রথম ক্ষেত্রে, স্প্রিংয়ের 1 cm দৈর্ঘ্য প্রসারণের ফলে সঞ্চিত শক্তি,

$W_1 = \frac{1}{2} \times k_1 \times x^2 = \left\{\frac{1}{2} \times 39.2 \times (0.01)^2\right\} J = 1.96 \times 10^{-3} J$

দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, স্প্রিংয়ের 1cm দৈর্ঘ্য প্রসারণের ফলে সঞ্চিত শক্তি,

$W_2 = \frac{1}{2} \times k_2 \times x^2 = \left\{\frac{1}{2} \times 73.5 \times (0.01)^2\right\} J = 3.675 \times 10^{-3} J$ [বি.দ্র. প্রশ্নটি ত্রুটিপূর্ণ। কারণ একটি স্প্রিংয়ের স্প্রিং ধ্রুবকের মান একটিই হয়।]

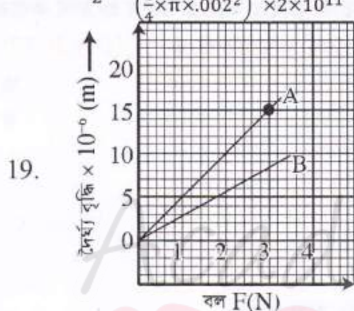
18. দৃঢ় অবলম্বন হতে **1m** দৈর্ঘ্যের একই উপাদানের দুটি তারের প্রত্যেকটির মুক্তপ্রান্তে **0.05kg** ভর ঝুলানো হলো। তারগুলোর ব্যাস যথাক্রমে **2mm** ও **4mm** (ইয়ং এর গুণাঙ্ক $= 2 \times 10^{11} Nm^{-2}$)। **[All B'18]**

(গ) প্রথম তারটির একক আয়তনে স্থিতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

উত্তর

গ. ১ম তারটির একক আয়তনে স্থিতিশক্তি $= \frac{1}{2} \times$ পীড়ন $\times$ বিকৃতি $= \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{l}{L} = \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{F}{AY} = \frac{1}{2} \times \frac{F^2}{A^2 Y} = \frac{1}{2} \times \frac{m^2 g^2}{\left(\frac{1}{4}\pi d^2\right)^2 \times Y}$

$= \frac{1}{2} \times \frac{0.05^2 \times 9.8^2}{\left(\frac{1}{4} \times \pi \times .002^2\right)^2 \times 2 \times 10^{11}} = 0.0608\ J$ (**Ans.**)

19. 

চিত্র অনুসারে A তারের আদি দৈর্ঘ্য 1m এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $1mm^2$। অপরদিকে 2m দৈর্ঘ্যের B তারের উপাদানের ইয়ং – এর গুণাঙ্ক $1.2 \times 10^{11} Nm^2$। তার দুটির একটি অপেক্ষাকৃত মোটা এবং অপরটি অধিক স্থিতিস্থাপক। প্রযুক্ত বলের সাথে তার দুটির দৈর্ঘ্যবৃদ্ধির লেখচিত্র চিত্রে প্রদর্শিত হয়েছে । A ও B দুটি তারের একটি দিয়ে বড় একটি বোঝাকে বেঁধে অপর তারটি দিয়ে তা টেনে নিয়ে যাওয়া হলো। **[DB'17]**

(গ) A তারটির উপাদানের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) তার দুটির কোনটিকে কোন কাজে ব্যবহার করা উপযোগী তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. আদি দৈর্ঘ্য, $L = 1m$,

প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 1mm^2 = 10^{-6}m^2$; গ্রাফ হতে, $\frac{F}{l} = \frac{3}{15 \times 10^{-6}} Nm^{-1}$

$\therefore$ ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = \frac{L}{A} \cdot \frac{F}{l} = \frac{1}{10^{-6}} \times \frac{3}{15 \times 10^{-6}} Nm^{-2} = 2 \times 10^{11} Nm^{-2}$

ঘ. 'গ' হতে, প্রথম তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y_A = 2 \times 10^{11} Nm^{-2}$

উদ্দীপক হতে, B তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y_B = 1.2 \times 10^{11} Nm^{-2}$

A তারের দৈর্ঘ্য, $L_A = 1m$

B তারের দৈর্ঘ্য, $L_B = 2m$

A তারটি অধিক স্থিতিস্থাপক। অতএব, B তারটি অধিক মোটা।

সুতরাং, A ও B তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল যথাক্রমে A_A ও A_B হলে,

$\frac{A_B}{A_A} > 1 \therefore$ একই পরিমাণ প্রসারণ l এর জন্য, $\therefore F_A = A_A Y_A \frac{l}{L_A}$

$F_B = A_B Y_B \frac{l}{L_B}$; $\therefore \frac{F_A}{F_B} = \frac{A_A Y_A}{A_B Y_B} \times \frac{L_B}{L_A} \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = \frac{A_A}{A_B} \times \frac{2 \times 10^{11}}{1.2 \times 10^{11}} \times \frac{2}{1} \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = 3.33 \times \frac{A_A}{A_B} \Rightarrow \frac{F_A}{A_A} = 3.33 \times \frac{F_B}{A_B}$

$\therefore$ A তারের পীড়ন $= 3.33 \times$ B তারের পীড়ন

যেহেতু একই দৈর্ঘ্য প্রসারণে A তারে বেশি বল লাগে, তাই এটি বেশি বল সহ্য করতে পারবে। সুতরাং, টানার কাজে A তার ও বাঁধার কাজে B তার ব্যবহার করা উচিত।

20. ইতি তার পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে 100 cm লম্বা ও $4mm^2$ প্রস্থচ্ছেদের একটি তারের নিচ প্রান্তে ভার ঝুলিয়ে এর দৈর্ঘ্য পরিবর্তন ও পার্শ্ব পরিবর্তনের পাঠ নিল এবং তার বান্ধবী বিথীকে বলল যে তার পরীক্ষায় দৈর্ঘ্য পরিবর্তন ও পার্শ্ব পরিবর্তন যথাক্রমে 5% ও 6% পাওয়া গেছে। এটা শুনে বিথী বলল, হতে পারে না। তোমার উপাত্ত সংগ্রহে ভুল হয়েছে।
[তারের ইয়ং-এর গুণাংক $Y = 2 \times 10^{11} Nm^{-2}$] [RB'17]
(গ) উদ্দীপকে বর্ণিত তারটির দৈর্ঘ্য 10mm বৃদ্ধি করতে কত ভার চাপাতে হবে? ৩
(ঘ) বিথীর উক্তির যথার্থতা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, তারের দৈর্ঘ্য, $L = 100cm = 1m$
প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল, $A = 4mm^2 = 4 \times 10^{-6} m^2$
ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = 2 \times 10^{11} Nm^{-2}$
তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $l = 10$ mm $= 10 \times 10^{-3}$m ; চাপানো ভর, m =?
আমরা জানি, $\frac{mg}{A} = Y\frac{l}{L} \Rightarrow m = \frac{YAl}{gL} = \frac{2\times10^{11}\times4\times10^{-6}\times10\times10^{-3}}{9.8\times1}$ kg $= 816.33$kg

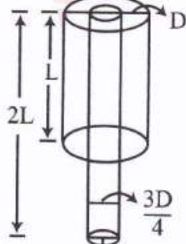
ঘ. পার্শ্ব বিকৃতি, $\frac{\Delta d}{d} = \pm 6\% = \frac{6}{100} = \pm 0.06$
দৈর্ঘ্য বিকৃতি, $\frac{\Delta l}{l} = 5\% = \frac{5}{10} = 0.05$
∴ পয়সনের অনুপাত, $\sigma = -\frac{\pm\frac{\Delta d}{d}}{\frac{\Delta l}{l}} = \pm\frac{0.06}{0.05} = \pm 1.2$
কিন্তু, আমরা জানি, $-1 < \sigma \leq 0.5$
সুতরাং, ইতির উপাত্ত সংগ্রহে ভুল আছে। বিথীর উক্তি যথার্থ।

21. **2mm ও 4mm ব্যাসের ও অভিন্ন দৈর্ঘ্যের দুটি তার একটি দৃঢ় অবলম্বন হতে ঝুলানো হল। তার দুটিতে অভিন্ন ওজন প্রয়োগ করার ফলে দ্বিতীয় তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি প্রথমটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির এক তৃতীয়াংশ হলো। দ্বিতীয় তারটির পয়সনের অনুপাত 0.4।** [Ctg.B'17]
(গ) দ্বিতীয় তারটির দৈর্ঘ্য 5% বৃদ্ধি করা হলে ব্যাসার্ধ কতটুকু হ্রাস পাবে নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের তার দুটির মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, দ্বিতীয় তারের পয়সনের অনুপাত, $\sigma = 0.4$
দৈর্ঘ্য বিকৃতি, $\frac{\Delta l}{l} = 5\% = 0.05$; পার্শ্ব বিকৃতি, $\frac{\Delta d}{d}$ =?
আমরা জানি, $\sigma = -\frac{\frac{\Delta d}{d}}{\frac{\Delta l}{l}} \Rightarrow \frac{\Delta d}{d} = -\frac{\sigma\Delta l}{l} = 0.4 \times 0.05 = -0.02 = -2\%$ ∴ ব্যাসার্ধ 2% হ্রাস পাবে।

ঘ. দেওয়া আছে, ১ম তারের ব্যাসার্ধ, $r_1 = \frac{2}{2}$mm $= 1$mm ; ২য় তারের ব্যাসার্ধ, $r_2 \frac{4}{2}$mm $= 2$mm ∴ $\frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{2}$
মনে করি, তারদ্বয়ের দৈর্ঘ্য = L, ঝুলানো ভর = m এবং তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি যথাক্রমে l_1 ও l_2
l_1 ও l_2 ∴ $l_2 = \frac{1}{3} l_1 \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{3}{1}$
ধরি, তারদ্বয়ের ইয়ং এর গুণাঙ্ক যথাক্রমে Y_1 ও Y_2
∴ $Y_1 = \frac{mgL}{\pi r_1^2 l_1}$ ও $Y_2 = \frac{mgL}{\pi r_2^2 l_2}$ ∴ $\frac{Y_1}{Y_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 \times \frac{l_2}{l_1} = (2)^2 \cdot \frac{1}{3} = \frac{4}{3} \Rightarrow Y_1 = \frac{4}{3} Y_2$ ∴ ১ম তারটি বেশি স্থিতিস্থাপক।

22.


একটি তারে 10kg ভর ঝুলানোর ফলে এর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ ও ব্যাস তিন-চতুর্থাংশ হয়।	
উপাদান	Y-এর মান
অ্যালুমিনিয়াম	$7 \times 10^{10} Nm^{-2}$
লোহা	$11.5 \times 10^{10} Nm^{-2}$
তামা	$13 \times 10^{10} Nm^{-2}$
ইস্পাত	$20 \times 10^{10} Nm^{-2}$

[SB'17]

(গ) উদ্দীপকের তারের পয়সনের অনুপাতের মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) তারের ব্যাস $D = 4.22 \times 10^{-2}$mm হলে উদ্দীপকের তথ্য মতে এটি কোনো পদার্থের তৈরি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. 7 নং (গ) এর অনুরূপ

ঘ. তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি, $\frac{l}{L} = 1$ [(গ) হতে]

ব্যাস, $D = 4.22 \times 10^{-2}$ mm ; ব্যাসার্ধ, $r = 2.11 \times 10^{-2}$ mm $= 2.11 \times 10^{-5}$ m

ভর, $m = 10$ kg

ইয়ং গুণাঙ্ক = Y হলে, $\frac{mg}{\pi r^2} = Y \times \frac{l}{L} \Rightarrow Y = \frac{mgL}{\pi r^2 l} = \frac{10\times9.8\times1}{\pi\times(2.11\times10^{-5})^2}\ Nm^{-2} = 7 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$

যেহেতু অ্যালুমিনিয়ামের ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y_{Al} = 7 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$ সেহেতু তারটি অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি।

23. **$1m^2$** ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট এবং **8mm** পুরুত্বের স্টিল প্লেটের নিচের পৃষ্ঠ দৃঢ় অবলম্বনে আটকিয়ে উপরের পৃষ্ঠে বল প্রয়োগ করে ব্যবর্তন তৈরি করা হল। স্টিলের ব্যবর্তন গুণাংক **$8 \times 10^{10}Nm^{-2}$**। [BB'17]

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত প্লেটের ব্যবর্তন বিকৃতি **0.3** হলে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? ৩

(ঘ) প্লেটকে **$8.5Nsm^{-2}$** সান্দ্রতার সহগের তরলের **2mm** পুরু স্তরের উপর স্থাপন করে **$500ms^{-1}$** বেগে গতিশীল করতে সমান বল প্রয়োগ করতে হবে কি? মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল, $A = 1m^2$; ব্যবর্তন বিকৃতি, $\theta = 0.3$; ব্যবর্তন গুণাঙ্ক, $n = 8 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$

$\therefore$ প্রয়োগকৃত বল, $F = nA\theta = (8 \times 10^{10} \times 1 \times 0.3)N = 2.4 \times 10^{10}N$

ঘ. তরলের সান্দ্রতা সহগ, $n = 8.5\ Nsm^{-2}$

বেগের নতি, $\frac{dv}{dx} = \frac{500\ ms^{-1}}{2\ mm} = \frac{500\ ms^{-1}}{2\times10^{-3}m} = 2.5 \times 10^5\ s^{-1}$

পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল, $A = 1\ m^2$

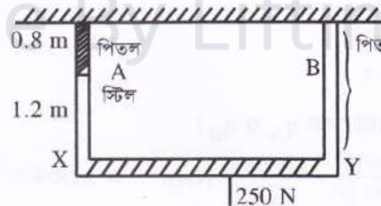
$\therefore$ প্রয়োজনীয় বল F হলে, $F = \eta A\frac{dv}{dx} = (8.5 \times 1 \times 2.5 \times 10^5)N = 2.125 \times 10^6 N$

সুতরাং, উভয়ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় বল সমান নয়।

24. একটি **250N** ওজনের ভারী সুষম ধাতব বার **XY** সমান দৈর্ঘ্যের দুটি তার **A** ও **B** দ্বারা অনুভূমিক তলে ঝুলানো আছে। যা চিত্রে দেখানো হয়েছে (অসম্প্রসারিত অবস্থা)। প্রতিটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল **$2.5 \times 10^{-7}m^2$**, **B** তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি **2.5×10^{-4}**, **A** তারের **0.8m** পিতলের, বাকী **1.2m** স্টিলের। [JB'17]

স্টিলের ইয়ং এর গুণাংক = **$2 \times 10^{11}Pa$**

পিতলের ইয়ং-এর গুণাংক = **$1 \times 10^{11}Pa$**



(গ) B তারের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর। ৩

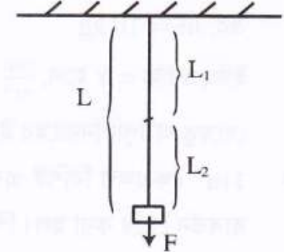
(ঘ) বারের কোনো প্রান্ত বেশি নিচু হবে, যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. B তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি, $\frac{l}{L} = 2.5 \times 10^{-4}$; পিতলের ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y = 10^{11}\ Nm^{-2}$

$\therefore$ B তারের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি, $E = \frac{1}{2} \times Y \times \left(\frac{l}{L}\right)^2 = \frac{1}{2} \times 10^{11} \times (2.5 \times 10^{-4})^2 J = 3125\ J$

ঘ. প্রথমে দুইটি ভিন্ন ইয়ং এর গুণাঙ্কবিশিষ্ট তার সিরিজে সংযুক্ত করলে তার তুল্য ইয়ং এর গুণাঙ্ক (Y_{eq}) বের করা হবে।
ধরি, L_1 ও L_2 দৈর্ঘ্যের দুইটি তার সংযুক্ত আছে যাদের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল = A এবং এতে F বল দিলে যথাক্রমে l_1 ও l_2 প্রসারিত হয়।



তাহলে, $Y_1 = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l_1}{L_1}} \Rightarrow l_1 = \frac{FL_1}{Y_1A}$ ও $Y_2 = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l_2}{L_2}} \Rightarrow l_2 = \frac{FL_2}{Y_2A}$

এবং, $Y_{eq} = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l}{L}} \Rightarrow l = \frac{FL}{Y_{eq}A}$

এখন, $l = l_1 + l_2 \Rightarrow \frac{FL}{Y_{eq}A} = \frac{FL}{Y_1A} + \frac{FL_2}{Y_2A} \Rightarrow \frac{L}{Y_{eq}} = \frac{L_1}{Y_1} + \frac{L_2}{Y_2}$

দেওয়া আছে, তারের মোট দৈর্ঘ্য, $L = 2m$; পিতলের অংশ, $L_1 = 0.8m$; স্টিলের অংশ, $L_2 = 1.2m$

পিতলের ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y_1 = 10^{11}Pa$; স্টিলের ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y_2 = 2 \times 10^{11}Pa$

∴ তুল্য ইয়ং এর গুণাঙ্ক, $Y_{eq} = L\left(\frac{L_1}{Y_1} + \frac{L_2}{Y_2}\right)^{-1} = 1.43 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

যেহেতু, বাম পাশের সংযুক্ত তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক বেশি, সেহেতু এর স্থিতিস্থাপকতা বেশি এবং কম নিচু হবে।

25. **A ও B দুটি তরল পদার্থ যাদের ঘনত্ব যথাক্রমে $1000\ kgm^{-3}$ ও $800\ kgm^{-3}$। প্রথমে A তরল হতে $0.1\ m$ দৈর্ঘ্যের তারকে অনুভূমিকভাবে উপরে উঠানো হল। পরে 4mm ব্যাসার্ধের ও $7.8 \times 10^3\ kgm^{-3}$ ঘনত্বের একটি লোহার গোলককে A ও B উভয় তরলে ছেড়ে দিয়ে দেখা গেল তাদের প্রান্তবেগ যথাক্রমে $2.36 \times 10^2\ ms^{-1}$ ও $4 \times 10^2 ms^{-1}$ [A তরলের পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3}\ Nm^{-1}$ এবং $g = 9.8\ ms^{-2}$]** **[CB'17]**
   (গ) উদ্দীপকের তারটিকে উঠানোর সময় প্রযুক্ত বল এর মান হিসাব কর। ৩
   (ঘ) উদ্দীপকের কোনো তরলটি বেশি সান্দ্র? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উত্তরের পক্ষে য ৪

উত্তর

গ. তারের দৈর্ঘ্য, $l = 0.1m$
A তরলের পৃষ্ঠটান, $T = 72 \times 10^{-3}\ Nm^{-1}$
∴ পৃষ্ঠটানজনিত বল, $F = T \times 2l = (72 \times 10^{-3} \times 2 \times 0.1)N = 0.0144\ N$

ঘ. A তরলের ঘনত্ব, $\rho_A = 1000\ kgm^{-3}$
B তরলের ঘনত্ব, $\rho_B = 800\ kgm^{-3}$
বলের ঘনত্ব, $\rho_s = 7.8 \times 10^3 kgm^{-3}$
বলের ব্যাসার্ধ, $r = 4mm = 4 \times 10^{-3}m$
A তরলে প্রান্তবেগ, $v_A = 2.36 \times 10^2\ ms^{-1}$
ও B তরলে প্রান্তবেগ, $v_B = 4 \times 10^2\ ms^{-1}$
মনে করি, A ও B তরলের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক যথাক্রমে η_A ও η_B।

$\therefore \eta_A = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_A)g}{9v_A} = \frac{2 \times (4 \times 10^{-3})^2\ (7.8 \times 10^3 - 1000) \times 9.8}{9 \times 2.36 \times 10^2}\ Nsm^{-2} = 1.004 \times 10^{-3} Nsm^{-2}$

$\therefore \eta_B = \frac{2r^2(\rho_s - \rho_B)g}{9v_B} = \frac{2 \times (4 \times 10^{-3})^2 (7.8 \times 10^3 - 800) \times 9.8}{9 \times 4 \times 10^2}\ Nsm^{-2} = 6.098 \times 10^{-4}\ Nsm^{-2}$

যেহেতু A তরলের সান্দ্রতা গুণাঙ্ক বেশি, সেহেতু A তরলটি বেশি সান্দ্র।

26. **একই আকারের দশটি পানির ফোঁটা একত্রিত হয়ে একটি বড় ফোঁটায় পরিণত হল। প্রতিটি ফোঁটার ব্যাস $5 \times 10^{-7}m$ । পানির পৃষ্ঠটান $72 \times 10^{-3}Nm^{-1}$।** **[Din.B'17]**
   (গ) উদ্দীপকের বড় ফোঁটার ব্যাস নির্ণয় কর। ৩
   (ঘ) উদ্দীপকের ঘটনায় পানির তাপমাত্রার কোনো পরিবর্তন হবে কিনা-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. ছোট ফোঁটার ব্যাসার্ধ, $r = \frac{5\times10^{-7}}{2} m = 2.5 \times 10^{-7} m$

মনে করি, বড় ফোঁটার ব্যাসার্ধ = R, বড় ফোঁটার আয়তন = 10 টি ছোট ফোঁটার আয়তন

$\Rightarrow \frac{4}{3}\pi R^3 = 10 \times \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow R^3 = 10r^3 \Rightarrow R = \sqrt[3]{10}r = 5.386 \times 10^{-7} m$

∴ বড় ফোঁটার ব্যাস, $D = 2R = 1.0772 \times 10^{-6} m$

ঘ. ছোট ফোঁটার ব্যাসার্ধ, $r = 2.5 \times 10^{-7} m$

বড় ফোঁটার ব্যাসার্ধ, $R = 5.386 \times 10^{-7} m$

∴ 10টি ছোট ফোঁটার পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল, $A_1 = 10 \times 4\pi r^2 = 10 \times 4\pi \times (2.5 \times 10^{-7})^2 m^2 = 7.854 \times 10^{-12} m^2$

1 টি বড় ফোঁটার পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল, $A_2 = 4\pi R^2 = 4\pi \times (5.386 \times 10^{-7})^2 = 3.65 \times 10^{-12} m^2$

∴ এই প্রক্রিয়ায় পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল কমেছে। সুতরাং শক্তি নির্গত হবে।

পানির পৃষ্ঠটান, $T = 72 \times 10^{-3} Nm^{-1}$

∴ নির্গত শক্তি, $W = T\Delta A = 72 \times 10^{-3}(7.854 \times 10^{-12} - 3.65 \times 10^{-12}) J = 3.03 \times 10^{-13} J$

যেহেতু শক্তি নির্গত হয়, সেহেতু বড় ফোঁটার তাপমাত্রা ছোট ফোঁটার তাপমাত্রা অপেক্ষা কম হবে।

◆ CQ: বোর্ড স্ট্যান্ডার্ড প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. পদার্থবিদ্যা ল্যাবে ছিপিযুক্ত দুটি পাত্রে দুটি তরল পদার্থ আছে। একটিতে কেরোসিন এবং অন্যটিতে তারপিন তৈল। প্রমাণ চাপে প্রতিটি পাত্রে 4000 cc তরল আছে। যখন একটি পাত্রের ছিপিটি কিছুটা তরলের ভেতর ঠেলে দেয়া হলো তখন তরলের ওপর প্রযুক্ত চাপ বৃদ্ধি পেয়ে $4.9 \times 10^5 Nm^{-2}$ এবং আয়তন হ্রাস পেয়ে 3999 cc হলো। [কেরোসিন ও তারপিন তেলের আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক যথাক্রমে $1.96 \times 10^9 Nm^{-2}$ ও $1.62 \times 10^9 Nm^{-2}$]

(গ) ব্যবহৃত তরলের আয়তন বিকৃতি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) যে তরলটির ওপর পরীক্ষণ করা হলো সেটি কেরোসিন না তারপিন তৈল? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

উত্তর

গ. আয়তন বিকৃতি $= \frac{\text{আয়তন পরিবর্তন}}{\text{আদি আয়তন}} = \frac{4000-3999}{4000} = 2.5 \times 10^{-4}$

ঘ. আয়তন গুণাঙ্ক, $K = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{v}{V}} = \frac{P}{\frac{v}{V}} = 4.9 \times 10^5 \times \frac{4000}{1} = 1.96 \times 10^9 Nm^{-2}$

যা কেরোসিনের আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের সমান। ∴ তরলটি কেরোসিন।

02. **দুইটি সমান দৈর্ঘ্যের তার A ও B এর ব্যাস যথাক্রমে $1 \times 10^{-3} m$ এবং $4 \times 10^{-3} m$। উভয় তারকে সমান বল দ্বারা টানলে A এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি B- এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির চারগুণ হয়। $Y_A = 2\times10^{11} Nm^{-2}$।**

(গ) **A তারের দৈর্ঘ্য 10% বৃদ্ধিতে প্রয়োজনীয় পীড়নের মান নির্ণয় কর।** ৩

(ঘ) **A ও B তারের মধ্যে কোনটি অপেক্ষাকৃত বেশি স্থিতিস্থাপক গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মন্তব্য করো।** ৪

উত্তর

গ. $l = 0.1L ; Y = \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} \Rightarrow \text{পীড়ন} = Y \times \text{বিকৃতি} = Y \times \frac{l}{L} = Y \times \frac{0.1L}{L} = (2 \times 10^{11} \times 0.1) Nm^{-2} = 2 \times 10^{10} Nm^{-2}$

ঘ. যার স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বেশি, তার স্থিতিস্থাপকতা বেশি। A এর স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক $= 2 \times 10^{11} Nm^{-2}$

B এর $Y_B = \frac{F_B}{A_B} \cdot \frac{L_B}{l_B} = \frac{F_A}{\frac{\pi\times\left(\frac{4\times10^{-3}}{2}\right)^2}{\pi\times\left(\frac{1\times10^{-3}}{2}\right)^2} \cdot A_A} \cdot \frac{L_A}{\frac{1}{4}l_A} = \frac{F_A}{A_A} \cdot \frac{L_A}{l_A} \cdot \frac{4\times(1\times10^{-3})^2}{(4\times10^{-3})^2} = Y_A \times 0.25$

∴ B এর স্থিতিস্থাপকতা A অপেক্ষা কম।

অধ্যায় ০৮

পর্যাবৃত্ত গতি

এই অধ্যায়ের বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ:

বোর্ড	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
	ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা		1	1	1	4		1	1	1	3	1		2	2	3				1	5			1	2	3
রাজশাহী	2	1	1	1	2	1	1	1	1	5	3	2	2	2	4	সকল বোর্ড						1	1	1	3
চট্টগ্রাম	1	1	1	1	3	1	1	1	1	4	1	1	1	1	2							1	1	1	3
সিলেট	1	2	1	1	5	1	1	2	2	5		1	1	1	5						1	1	1	1	2
বরিশাল	1	1	1	1	3	1	1	1	1	5			1	1	4						1	1	1	1	3
যশোর	1	1	1	1	3	1	1	2	2	5		1	1	1	5							1	1	1	2
কুমিল্লা	1		1	1	3	1	1	2	2	6			1	1	2						1	1	1	1	4
দিনাজপুর	1	1	1	1	4	1	1	1	1	5		1			3						1	1	1	1	3
ময়মনসিংহ	1	2	2	2	4	2	2	2	2	4															

বি.দ্র.- ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই এবং ২০১৮ সালে সকল বোর্ডে অভিন্ন প্রশ্ন পদ্ধতিতে পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয়।

গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা ও তথ্যাবলি

- **পর্যাবৃত্ত গতি:** বস্তু নির্দিষ্ট সময় পর পর একই বিন্দু একই দিক থেকে অতিক্রম করে। পর্যাবৃত্ত গতি হতে পারে বৃত্তাকার, উপবৃত্তাকার বা সরলরৈখিক। পর্যাবৃত্ত গতি দুই প্রকার: স্থানিক ও কালিক পর্যাক্রম।
- **স্পন্দনগতি:** এটি পর্যাবৃত্ত গতি, তবে কণা গতির অর্ধেক সময় এক দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে বিপরীত দিকে চলে।
- **সরল ছন্দিত স্পন্দন:** এটি পর্যাবৃত্ত, স্পন্দন ও সরলরৈখিক গতি। তবে এক্ষেত্রে ত্বরণ, একটি নির্দিষ্ট বিন্দু (সাম্যাবস্থান) থেকে সরণের সমানুপতিক ও সাম্যাবস্থান অভিমুখী। অর্থাৎ, $a \propto -x$ ।
- দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$
- $T \propto \sqrt{L}$ (দোলনকাল কার্যকরী দৈর্ঘ্যের বর্গমূলের সমানুপাতিক)
- $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$ (দোলনকাল অভিকর্ষজ ত্বরণের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক)
- এখানে ভর (m) ও দোলনের বিস্তার (A) অনুপস্থিত। ∴ দোলনকাল বিস্তার ও ভরের উপর নির্ভর করে না।
- পৃথিবীর কেন্দ্রে ও কৃত্রিম উপগ্রহের অভ্যন্তরে $g = 0$; এ সকল স্থানে $T = \infty$ ।
- ভূপৃষ্ঠে সেকেন্ড দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য $L = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{2^2 \times 9.8}{4\pi^2} = 0.992943\text{m}$
- একটি সেকেন্ড দোলককে h উচ্চতার পাহাড়ে নিয়ে গেলে দোলনকাল, $T' = 2 \times \left(1 + \frac{h}{R}\right)$
- দোলক ধীরে চললে এক প্রান্ত হতে অপর প্রান্তে যেতে বেশি সময় লাগে। অর্থাৎ, দোলনকাল বৃদ্ধি পায়।(দ্রুত চললে এর বিপরীত ঘটনা ঘটে)
- একটি সেকেন্ড দোলককে পাহাড়ে অথবা অন্যকোনো স্থানে নিয়ে গেলে যদি দোলনকাল বৃদ্ধি পায়, তবে পূর্বের অবস্থায় ফেরত আনার জন্য দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য হ্রাস করতে হয়। (দোলনকাল হ্রাস পেলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করতে হয়)

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

- স্প্রিং এর ক্ষেত্রে প্রত্যয়নী বল, $F = -kx$; $k =$ বলধ্রুবক, $x =$ সাম্যাবস্থান থেকে সরণ
- সরল ছন্দিত স্পন্দনের ক্ষেত্রে-

(i) কণার যে কোন মুহূর্তে গতির সমীকরণ: $x = A\sin(\omega t + \delta)$

[$A =$ বিস্তার, $\omega =$ কৌণিক বেগ, $\delta =$ আদি দশা (এটি একটি কোণ), $t =$ সময়, y বা $x =$ কণার সরণ]

বি.দ্র: $(\omega t + \delta)$ অবশ্যই রেডিয়ান এককে।

(ii) কৌণিক বেগ বা কম্পাঙ্ক, $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$; [k= বলধ্রুবক, m = কণার ভর]

(iii) দোলন কাল, $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$; [উলম্ব/ অনুভূমিক যেকোনো স্প্রিং এর জন্য]

(iv) কম্পাংক, $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}}$

(v) কণার বেগ, $v = \frac{dx}{dt} = \omega A\cos(\omega t + \delta) = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

(vi) কণার ত্বরণ, $a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 A\sin(\omega t + \delta) = -\omega^2 x$

(vii) গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2) = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2\cos^2(\omega t + \delta)$

(viii) বিভব/স্থিতি শক্তি, $E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}m\omega^2x^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2\sin^2(\omega t + \delta)$

(ix) মোট শক্তি, $E = E_k + E_p = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2}m\omega^2A^2$

(x) কণার সর্বোচ্চ বেগ, $v_{max} = \omega A = A\sqrt{\frac{k}{m}}$

(xi) কণার সর্বোচ্চ ত্বরণ, $a_{max} = -\omega^2 A$

- উলম্ব স্প্রিং: উলম্ব ভাবে ঝুলানো স্প্রিং এর সাথে m ভরের বস্তু ঝুলানো হলে যদি স্প্রিংটির e পরিমাণ দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে, $mg = ke$; $e = \frac{mg}{k}$
- উলম্ব স্প্রিং এর দোলন কাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{e}{g}}$
- সরল দোলক: সরল দোলকের কৌণিক বিস্তার 4° এর কম হলে,

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, L = কার্যকর দৈর্ঘ্য; সেকেন্ড দোলকের ক্ষেত্রে, T = 2 sec

- একটি সেকেন্ড দোলক দিনে x sec ধীরে বা দ্রুত চললে পরিবর্তিত দোলনকাল, $T' = \frac{2\times86400}{86400\mp x}$

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও সমাধান

MCQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্ন ও সমাধান

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
সরলদোলন গতি সম্পন্ন একটি কণার গতির সমীকরণ, $Y = 20\sin(\omega t + \delta)$ cm, পর্যায়কাল 20 sec এবং আদি সরণ 5 cm।

01. কণাটির সর্বোচ্চ বেগ কত? **[DB'22]**

(a) $2\pi\ cms^{-1}$ (b) $\pi\ cms^{-1}$

(c) $\frac{\pi}{2}\ cms^{-1}$ (d) $3\pi\ cms^{-1}$

সমাধান: (a); $Y = 20\sin(\omega t + \delta)$ cm;

$v = 20\ \omega\cos(\omega t + \delta)\ cms^{-1}$

$\therefore v_{max} = A\ \omega = 20 \times \frac{2\pi}{T} = 20 \times \frac{2\pi}{20} = 2\pi\ cms^{-1}$

02. কণাটির আদি দশা কত? **[DB'22]**

(a) 0° (b) 14.48° (c) 28.10° (d) 180°

সমাধান: (b); $Y_0 = 20\sin(\omega \times 0 + \delta)$ cm

$\Rightarrow 5 = 20\sin\delta \Rightarrow \sin\delta = \frac{1}{4} \therefore \delta = 14.48°$

03. কোনো ব্যক্তি $\frac{g}{2}$ ত্বরণে নিচে নামলে তার হাতে অবস্থিত দোলকের দোলনকাল স্থির অবস্থার দোলনকালের তুলনায়– **[DB'22]**

(a) বাড়বে (b) কমবে

(c) একই থাকবে (d) অসীম হবে

সমাধান: (a); $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$

04. একটি স্প্রিংকে কেটে সমান দুইভাগে ভাগ করা হলে প্রতি টুকরার স্প্রিং ধ্রুবক কত? [স্প্রিং ধ্রুবক k] [DB'22]
(a) $\frac{k}{2}$ (b) 2k (c) $\frac{k}{4}$ (d) 4k

সমাধান: (b); $\left(\frac{1}{x}+\frac{1}{x}\right)^{-1} = k \Rightarrow \frac{2}{x} = \frac{1}{k} \therefore x = 2k$

05. একটি তারের স্প্রিং ধ্রুবকের মান বৃদ্ধি পায়- [RB'22][Ans: a]
(i) দৈর্ঘ্য হ্রাস পেলে (ii) প্রস্থচ্ছেদ বৃদ্ধি পেলে
(iii) প্রযুক্ত বল বৃদ্ধি পেলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

06. একটি সরলদোল গতিসম্পন্ন কণার সরণ 5 cm এবং এর ত্বরণ 80 cms^{-2} হলে এর পর্যায়কাল- [RB'22]
(a) $\frac{\pi}{4}$ (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) π (d) 2π

সমাধান: (b); $T = 2\pi\sqrt{\left|\frac{x}{a}\right|} = 2\pi\sqrt{\left|\frac{5}{-80}\right|} = \frac{\pi}{2}s$

07. একটি সরলদোলকের সাম্যাবস্থানে [Ctg.B'22, Din.B'21]
(a) বেগ ও ত্বরণ উভয় সর্বোচ্চ
(b) বেগ সর্বনিম্ন, ত্বরণ সর্বোচ্চ
(c) বেগ ও ত্বরণ উভয় সর্বনিম্ন
(d) বেগ সর্বোচ্চ, ত্বরণ সর্বনিম্ন

সমাধান: (d); $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$ এবং $a = -\omega^2 x$
সাম্যাবস্থানে, $x = 0$

08. সরলদোল গতিসম্পন্ন কোনো কণার গতির সমীকরণ, $x = 0.1\sin\left(6\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ m, হলে এর – [Ctg.B'22]
(i) পর্যায়কাল 3s (ii) সর্বোচ্চ বেগ 1.88 ms^{-1}
(iii) আদি দশা 60°
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

সমাধান: (c); $f = \frac{6\pi}{2\pi} = 3 \therefore T = \frac{1}{f} = \frac{1}{3}s$;
$v_{max} = \omega A = 6\pi \times 0.1 = 1.88\ ms^{-1}$

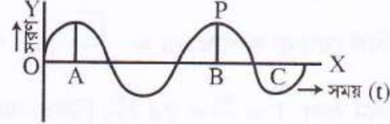
09. দৃঢ়ভাবে আটকানো k বল ধ্রুবকের এবং l দৈর্ঘ্যের একটি স্প্রিং এর এক প্রান্তে m ভর ঝুলিয়ে একটু টেনে ছেড়ে দিলে এর দোলনকাল হবে- [Ctg.B'22][Ans: c]
(i) $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (ii) $T = 2\pi\sqrt{\frac{e}{g}}$
(iii) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

10. সেকেন্ড দোলকের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [SB'22; CB'22]
(a) $g = 4\pi^2(l + r)$ (b) $g = \frac{(l+r)}{4\pi}$ [Ans: d]
(c) $g = \frac{4\pi^2}{(l+r)}$ (d) $g = \pi^2(l + r)$

11. নিচের কোনটি শূন্য দশার সমতুল্য? [SB'22][Ans: d]
(a) $\frac{\pi}{2}$ (b) π (c) $\frac{3\pi}{2}$ (d) 2π

12. সরলদোলকের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ কৌণিক বিস্তার হবে- [SB'22;CB'22][Ans: b]
(a) 1° (b) 4° (c) 30° (d) 40°

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



13. 'O' ও 'P' বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে দশা পার্থক্য কত? [SB'22]
(a) $\frac{2\pi}{2}$ (b) $\frac{5\pi}{2}$ (c) $\frac{3\pi}{2}$ (d) $\frac{7\pi}{2}$

সমাধান: (b); $2\pi + \frac{\pi}{2} = \frac{4\pi+\pi}{2} = \frac{5\pi}{2}$

14. চিত্রে P বিন্দুর সাপেক্ষে A ও C বিন্দুর পথ পার্থক্যের অনুপাত কোনটি? [SB'22]
(a) 2 : 1 (b) 3 : 4 (c) 3 : 2 (d) 4 : 3

সমাধান: (a); পথ পার্থক্যের অনুপাত $= \frac{\Delta x_1}{\Delta x_2} = \frac{\Delta\phi_1}{\Delta\phi_2}$
$= \frac{2\pi}{\pi} = 2:1$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
সরল দোলগতিসম্পন্ন একটি কণার সরণ, $x = \sqrt{3}\sin 2\pi t$

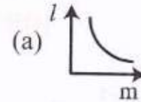
15. কণাটির স্পন্দনের পর্যায়কাল কত? [BB'22; Din.B'21]
(a) 0.5 sec (b) 1.0 sec (c) 2.0 sec (d) 4.0 sec

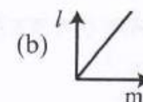
সমাধান: (b); $\omega = 2\pi = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = 1s$

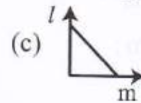
16. সাম্যাবস্থান থেকে 1m দূরে কণাটির গতিশক্তি ও বিভবশক্তির অনুপাত- [BB'22; Din.B'21]
(a) $1 : \sqrt{3}$ (b) $\sqrt{2} : 1$ (c) 2 : 1 (d) 3 : 1

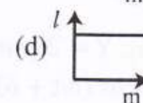
সমাধান: (c); কণাটির বিস্তার, $Q = \sqrt{3}$m
সাম্যাবস্থান হতে 1m দূরে কণাটির গতিশক্তি
$= \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$
সাম্যবস্থান হতে 1m দূরে কণাটির বিভবশক্তি $= \frac{1}{2}kx^2$
গতিশক্তি ও বিভবশক্তির অনুপাত $= \frac{A^2-x^2}{x^2} = \frac{3-1}{1} = 2 : 1$

17. দোলনরত একটি স্প্রিং এর ভর বনাম দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি লেখচিত্র কোনটি? [BB'22]

(a) 

(b) 

(c) 

(d) 

সমাধান: (b); $mg = kl \therefore m \propto l$

18. সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কোনো কণার সরণ সর্বোচ্চ হবে যখন – [JB'22][Ans: d]
(i) বেগ সর্বনিম্ন (ii) ত্বরণ সর্বোচ্চ
(iii) বল সর্বোচ্চ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

19. সময়ের সাপেক্ষে অন্তরফলন করে সরল ছন্দিত গতি-সম্পন্ন বস্তুর অন্তরক সমীকরণ থেকে কী পাওয়া যায়? [JB'22][Ans: d]
(a) কম্পাঙ্ক (b) পর্যায়কাল (c) বেগ (d) ত্বরণ

20. নির্দিষ্ট ভরের একটি বস্তুকে একটি স্প্রিং এ ঝুলিয়ে দিলে, নিম্নের কোনটি সঠিক হবে? [JB'22]
(a) স্প্রিং ধ্রুবক বাড়লে বেগ কমে
(b) স্প্রিং ধ্রুবক বাড়লে দোলনকাল কমে
(c) স্প্রিং ধ্রুবক বাড়লে ত্বরণ কমে
(d) স্প্রিং ধ্রুবক বাড়লে কম্পাঙ্ক কমে
সমাধান: (b); $T \propto \frac{1}{\sqrt{K}}$

21. একটি স্প্রিং-এ 500 N বল প্রয়োগ করায় স্প্রিংটি 10 cm প্রসারিত হয়। স্প্রিংটিতে 20 kg ভরের একটি বোঝা খাড়া নিচের দিকে ঝুলিয়ে দেওয়া হলে স্প্রিংটির স্থিতিশক্তি কত? [Din.B'22]
(a) 0.04 J (b) 1.90 J (c) 3.80 J (d) 98 J
সমাধান: (c); $F = kx \Rightarrow 500 = k \times (10 \times 10^{-2})$
$\Rightarrow k = 5000 Nm^{-1}$; এখন, $mg = kx$
$\Rightarrow x = \frac{20 \times 9.8}{5000} = 0.0392$ m
স্প্রিংটির স্থিতিশক্তি, $U = \frac{1}{2}kx^2$
$= \frac{1}{2} \times 5000 \times (0.0392)^2 = 3.84 J \approx 3.80 J$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
সরল ছন্দিত গতিতে দোলনরত একটি কণার সর্বোচ্চ বেগ ও সর্বোচ্চ ত্বরণের মান যথাক্রমে 15 cms^{-1} ও 30 cms^{-2}।

22. উদ্দীপকের কণাটির পর্যায়কাল কত? [Din.B'22]
(a) 0.785 s (b) 1.57 s (c) 3.14 s (d) 6.28 s
সমাধান: (c); $v_{max} = A\omega$ এবং $a_{max} = A\omega^2$
$\therefore 0.15 = A\omega$ ……… (i) এবং $0.3 = A\omega^2$ ……… (ii)
$(ii) \div (i) \Rightarrow \omega = \frac{0.3}{0.15} = 2$; $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{2} = 3.1416$s.

23. উদ্দীপকে দোলনরত কণার– [Din.B'22]
(i) বিস্তার 7.5 cm
(ii) সর্বোচ্চ বিস্তারে গতিশক্তি শূন্য
(iii) সাম্যাবস্থানে বিভবশক্তি সর্বোচ্চ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (a); $0.15 = A\omega \Rightarrow 0.15 = A \times 2$
$\therefore A = 0.075$ m = 7.5 cm

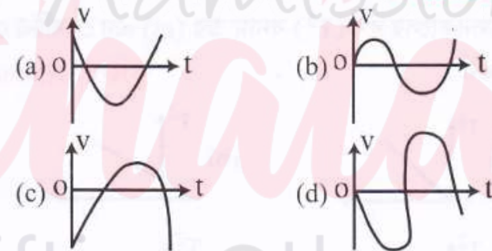
24. সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কণা কত সময় পর পর একই দশাপ্রাপ্ত হয়? [Din.B'22; MB'21][Ans: a]
(a) $\frac{2\pi}{\omega}$ (b) $2\pi\omega$ (c) $\frac{\pi}{\omega}$ (d) $\frac{\omega}{2\pi}$

25. একটি সেকেন্ড দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য 1% বৃদ্ধি করলে, এর দোলনকাল শতকরা কত বৃদ্ধি পাবে? [MB'22]
(a) 0.2% (b) 0.5% (c) 1% (d) 5%
সমাধান: (b); $l' = l + \frac{l}{100} = 1.01\, l$; $T \propto \sqrt{l}$
$\therefore \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l'}{l}} = \sqrt{\frac{1.01l}{l}} = 1.00498$
$\Rightarrow T' = 2.0099751245$
$\therefore$ শতকরা বৃদ্ধি $= \frac{T'-T}{T} \times 100\% = 0.5\%$

26. একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 1% বৃদ্ধি করলে উক্ত দোলকটি দিনে কত সেকেন্ড সময় হারাবে? [MB'22]
(a) 129.8 s (b) 258.5 s (c) 327.5 s (d) 429.8 s
সমাধান: (d); $l' = l + \frac{l}{100} = 1.01\, l$; $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{l'}{l}}$
$\Rightarrow \frac{86400}{86400-x} = 1.0049875 \Rightarrow x = 429.78$ s

27. m ভরের একটি বস্তু সরল ছন্দিত স্পন্দনে গতিশীল আছে। এর কৌণিক কম্পাঙ্ক হবে – [MB'22][Ans: d]
(a) $\omega = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ (b) $\omega = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$
(c) $\omega = \sqrt{\frac{m}{k}}$ (d) $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

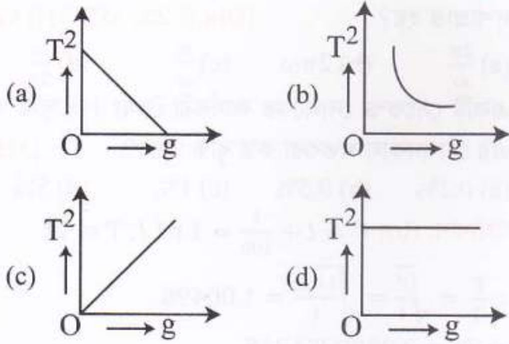
28. সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কোন কণার সরণের সমীকরণ $x = A \sin \omega t$ হলে বেগ-সময় লেখচিত্র হবে– [MB'22][Ans: a]



29. দুটি স্পন্দনরত কণার সরণ যথাক্রমে $x = A \cos \omega t$ এবং $x = A \sin \omega t$ হলে এদের মধ্যকার দশা পার্থক্য কত? [DB'21;JB'21]
(a) $\frac{\pi}{4}$ (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) π (d) 2π
সমাধান: (b); $x = A \cos \omega t = A \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$
এবং $x = A \sin \omega t$

30. একটি সরলদোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য অর্ধেক করে পৃথিবীর কেন্দ্রে নিয়ে গেলে এর দোলনকাল– [DB'21]
(a) শূন্য হবে (b) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ গুণ হবে
(c) অপরিবর্তিত থাকবে (d) অসীম হবে
সমাধান: (d); অসীম, $g = 0$ হওয়ায়।

31. $(g - T^2)$ লেখচিত্রটির প্রকৃতি কীরূপ হবে? **[DB'21]**



সমাধান: (b); $T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{L}{g}$

32. সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার ত্বরণ ও এর সরণের মধ্যে সম্পর্ক হলো– **[RB'21]**

(a) ব্যস্তানুপাতিক (b) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক
(c) সমানুপাতিক (d) বর্গের সমানুপাতিক

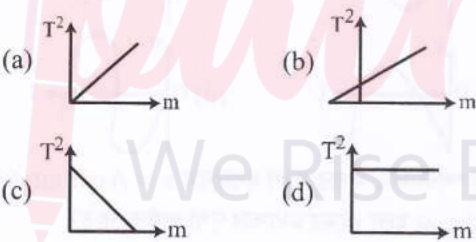
সমাধান: (c); $a = (-\omega^2)x$

33. সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কোনো কণার সরণের সর্বোচ্চ অবস্থান হতে যাত্রা শুরু হলে আদি দশা কত? **[RB'21]**

(a) π (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) $\frac{\pi}{4}$ (d) 0

সমাধান: (b); $x = A\sin(\omega t + \delta)$,
যাত্রার শুরুতে, $x = A$ এবং $t = 0$
$\Rightarrow A = A\sin(\delta) \therefore \delta = \sin^{-1}(1) = \frac{\pi}{2}$

34. একটি স্প্রিং এর প্রান্তে m ভর ঝুলিয়ে দোলাতে দিলে এর দোলনকালের বর্গ (T^2) বনাম ভর (m) এর লেখচিত্র কেমন হবে? **[RB'21][Ans: a]**



35. সরল ছন্দিত গতিতে গতিশীল কোনো কণার সরণের সমীকরণ $x = A\cos\omega t$, এক্ষেত্রে কণাটি– **[RB'21][Ans: d]**

(i) এক প্রান্ত হতে যাত্রা শুরু করেছে
(ii) $t = \frac{T}{4}$ সময়ে সাম্যাবস্থানে থাকবে
(iii) $t = \frac{T}{2}$ সময়ে কণাটির যাত্রা শুরু বিন্দুর বিপরীত পাশে অবস্থান করবে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

36. $4\frac{d^2x}{dt^2} + 64x = 0$ সমীকরণ দ্বারা বর্ণিত গতিশীল কোনো কণার কম্পাঙ্ক– **[RB'21]**

(a) $\frac{1}{\pi}$ Hz (b) $\frac{2}{\pi}$ Hz (c) $\frac{8}{\pi}$ Hz (d) $\frac{16}{\pi}$ Hz

সমাধান: (b); $4\frac{d^2x}{dt^2} = -64x \Rightarrow$ [$a = -\omega^2 x$ সাথে তুলনা করে পাই]
$\omega = 4\ \text{rads}^{-1}$; $2\pi f = \omega \Rightarrow f = \frac{4}{2\pi}\text{Hz} = \frac{2}{\pi}\text{Hz}$

37. দোলক ঘড়িকে পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে গেলে ঘড়িটি– **[Ctg.B'21]**

(i) সময় লাভ করবে (ii) সময় হারাবে
(iii) ধীরে চলবে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i (b) ii (c) i, iii (d) ii, iii

সমাধান: (d); g কমে, T বাড়ে, তাই ধীরে চলবে।

38. সেকেন্ড দোলকের কম্পাঙ্ক– **[Ctg.B'21; SB'19]**

(a) 0.5 Hz (b) 1 Hz (c) 2 Hz (d) 4 Hz

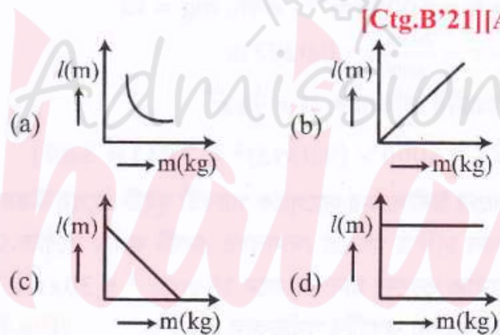
সমাধান: (a); $n = \frac{1}{T} = \frac{1}{2} = 0.5$ Hz.

39. একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য– **[Ctg.B'21]**

(a) $L = \frac{\pi}{g^2}$ (b) $L = \frac{\pi^2}{g}$ (c) $L = \frac{g^2}{\pi}$ (d) $L = \frac{g}{\pi^2}$

সমাধান: (d); $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow L = \frac{g}{\pi^2}$.

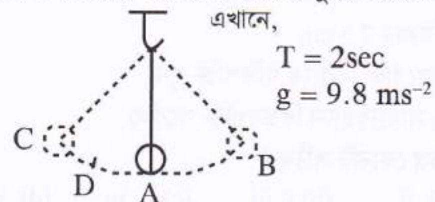
40. সরল দোলকের ক্ষেত্রে কোন লেখচিত্রটি সঠিক? **[Ctg.B'21][Ans: d]**



41. কালিক পর্যায়ক্রমের উদাহরণ কোনটি? **[SB'21][Ans: c]**

(a) স্কেলের উপর দাগ (b) শার্টের ডোরাকাটা দাগ
(c) গিটারের তারের গতি
(d) কঠিন পদার্থের কেলাসের মধ্যে অণু

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



42. দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য কত? **[SB'21]**

(a) 0.49 m (b) 0.99 m (c) 1.03 m (d) 1.56 m

সমাধান: (b); $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\Rightarrow L = \frac{g}{\pi^2} = \frac{9.8}{\pi^2}m = 0.99\ m$

43. কোন বিন্দুতে কণাটির বেগ সর্বোচ্চ হবে? [SB'21][Ans: a]
(a) A (b) B (c) C (d) D

44. নিচের কোন কারণে দোলক ঘড়ি স্লো চলবে? [SB'21][Ans: a]
(a) g কে স্থির রেখে L বাড়ালে T বাড়বে বলে
(b) g কে স্থির রেখে L কমালে T কমবে বলে
(c) L কে স্থির রেখে g বাড়ালে T বাড়বে বলে
(d) L কে স্থির রেখে g বাড়ালে T কমবে বলে

45. একটি সরলছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার সর্বোচ্চ বেগ $6ms^{-1}$ এবং কণাটির বিস্তার 30 cm হলে কণাটির পর্যায়কাল কত? [SB'21]
(a) 0.07 s (b) 0.31 s (c) 7.85 s (d) 31.41 s

সমাধান: (b); $v_{max} = \omega A \Rightarrow 6 = \frac{2\pi}{T} \times 0.3$

$\therefore T = 0.3141\ s$

46. দশা বলতে বুঝায়– [BB'21][Ans: d]
(a) বেগ (b) ত্বরণ (c) অবস্থান (d) সবগুলো

47. সরলছন্দিত স্পন্দন গতির ত্বরণ ও সরণের সম্পর্কটি হলো– [BB'21][Ans: b]
(a) সমমুখী (b) বিপরীতমুখী
(c) স্থির (d) ব্যস্তানুপাতিক

48. $t = 0$ সময়ে সরলদোলন গতিসম্পন্ন কোনো বস্তুর দশাকে বলা হবে– [BB'21][Ans: c]
(a) কৌণিক দশা (b) রৈখিক দশা
(c) আদি দশা (d) তাৎক্ষণিক দশা

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
0.01 kg ভরের একটি বস্তুকণা সরলরেখা বরাবর সরল দোলন গতি অর্জন করে। এর দোলনকাল 2 sec, বিস্তার 0.1m এবং সরণ 0.02m।

49. বল ধ্রুবকের মান কত? [BB'21]
(a) $0.0314\ Nm^{-1}$ (b) $0.09865\ Nm^{-1}$
(c) $0.02465\ Nm^{-1}$ (d) $0.3944\ Nm^{-1}$

সমাধান: (b); $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{0.01}{k}}$

$\Rightarrow \frac{1}{\pi^2} = \frac{0.01}{k} \therefore k = 0.09865\ Nm^{-1}$

50. উদ্দীপকে উল্লিখিত সরণকালে গতিশক্তি বিভবশক্তির কতগুণ? [BB'21]
(a) 0.42 (b) 2.4 (c) 4.2 (d) 24

সমাধান: (d); $E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 0.09865 \times (0.02)^2\ J$

$= 1.973 \times 10^{-5}\ J$

গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)$

$= \frac{1}{2} \times 0.09865 \times \{(0.1)^2 - (0.02)^2\}$

$= 4.7352 \times 10^{-4}\ J \therefore \frac{E_k}{E_p} = 24$

51. $8\frac{d^2x}{dt^2} + 200x = 0$ সমীকরণ দ্বারা বর্ণিত সরলছন্দিত গতির কৌণিক কম্পাঙ্ক কত? [JB'21]
(a) $5\ rads^{-1}$ (b) $8\ rads^{-1}$
(c) $25\ rads^{-1}$ (d) $200\ rads^{-1}$

সমাধান: (a); $8\frac{d^2x}{dt^2} + 200x = 0$; $\frac{d^2x}{dt^2} + 25x = 0$

$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$ এর সাথে তুলনা করে,

$\omega^2 = 25 \Rightarrow \omega = 5\ rads^{-1}$

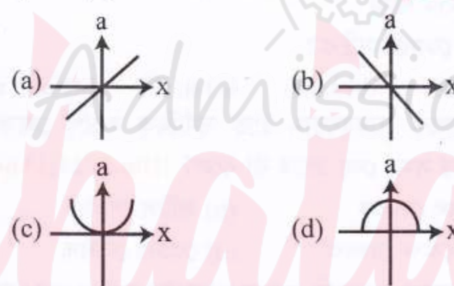
52. যদি সরলদোলগতি সুষম বৃত্তাকার গতির অভিক্ষেপ হয় তবে– [JB'21][Ans: d]
(i) সরল দোলগতির বিস্তার সুষম বৃত্তাকার গতির ব্যাসার্ধের সমান
(ii) উভয় গতির পর্যায়কাল একই হবে
(iii) সরল দোলগতির কৌণিক কম্পাঙ্ক সুষম বৃত্তাকার গতির কৌণিক বেগের সমান
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

53. সেকেন্ড দোলকের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [JB'21]
(a) $L \propto g$ (b) $L \propto \frac{1}{g}$ (c) $L \propto T$ (d) $L \propto \frac{1}{T}$

সমাধান: (a); $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$; T (constant) = 2s হলে,

$L = \frac{g}{\pi^2} \therefore L \propto g$

54. সরলছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দিত একটি বস্তুর সরণের (x) সাথে ত্বরণের (a) পরিবর্তনের লেখচিত্র কোনটি? [JB'21][Ans: b]



55. সরল ছন্দিত স্পন্দনশীল একটি কণার দোলনকাল 10s। কোন সমীকরণটির ত্বরণ 'a' এবং সরণ 'x' এর সম্পর্ক প্রকাশ করে? [CB'21]
(a) $a = -(10\pi)x$ (b) $a = -(20\pi)x$
(c) $a = -\left(\frac{2\pi}{10}\right)^2 x$ (d) $a = -(20\pi)^2 x$

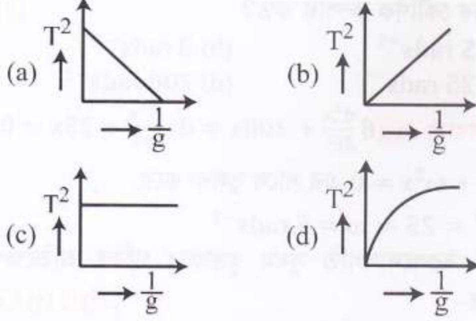
সমাধান: (c); $t = 10s \therefore \omega = \frac{2\pi}{10}$

$\therefore a = -\omega^2 x = -\left(\frac{2\pi}{10}\right)^2 x$

56. একটি সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার সর্বোচ্চ বেগ $0.03ms^{-1}$। কণাটির বিস্তার 0.006m হলে কৌণিক কম্পাঙ্ক কত? [CB'21]
(a) $3\ rads^{-1}$ (b) $10\ rads^{-1}$
(c) $5\ rads^{-1}$ (d) $7\ rads^{-1}$

সমাধান: (c); $v_{max} = \omega A \Rightarrow \omega = \frac{0.03}{0.006} = 5\ rads^{-1}$

57. $\left(T^2 \sim \frac{1}{g}\right)$ এর লেখচিত্র কোনটি? **[CB'21;JB'19]**



সমাধান: (b); $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = T^2 \propto \frac{l}{g}$

58. পর্যায়কাল দ্বিগুণ করতে সরলদোলকের দৈর্ঘ্য কতগুণ বৃদ্ধি করতে হবে? **[CB'21]**
(a) 4 (b) 2 (c) $\frac{1}{2}$ (d) $\frac{1}{4}$

সমাধান: (a); $T \propto \sqrt{L} \therefore L \propto T^2 ; L' = L \times 2^2 = 4L$

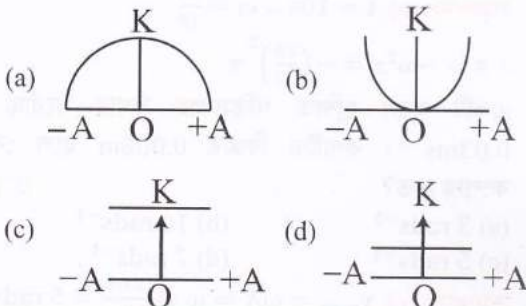
59. সরলদোলন গতিসম্পন্ন কোনো কণার ত্বরণ কত হবে? **[CB'21][Ans: b]**
(a) $a = \omega x^2$ (b) $a = -\omega^2 x$
(c) $a = -\omega x$ (d) $a = \omega^2 x$

60. সরলদোলকের গতির ক্ষেত্রে $\frac{1}{2}$ KA^2 নির্দেশ করে– **[CB'21]**
(i) সর্বোচ্চ স্থিতিশক্তি (ii) সর্বোচ্চ গতিশক্তি **[Ans: d]**
(iii) মোট শক্তি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

61. যে দোলক সাম্যাবস্থান হতে সর্বাধিক সরণে যেতে 0.5 সেকেন্ড সময় নেয় তাকে কী বলে? **[Din.B'21][Ans: c]**
(a) সরল দোলক (b) জটিল দোলক
(c) সেকেন্ড দোলক (d) কেটার দোলক

62. একটি সরল দোলগতি সম্পন্ন বস্তুকণার ভর m এবং কম্পাঙ্ক ω হলে বল ধ্রুবকটি হবে– **[Din.B'21][Ans: c]**
(a) $\sqrt{\frac{m}{\omega}}$ (b) $m\omega$ (c) $m\omega^2$ (d) $\sqrt{\frac{\omega}{m}}$

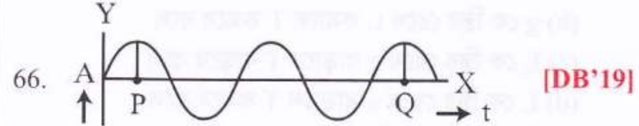
63. সরলছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার গড় গতিশক্তি প্রকাশের ক্ষেত্রে কোন লেখচিত্রটি সঠিক? **[MB'21][Ans: a]**



64. ঘড়ির কাঁটার গতি কোন গতির উদাহরণ? **[MB'21][Ans: a]**
(a) পর্যাবৃত্ত গতি (b) স্পন্দন গতি
(c) সরলরৈখিক গতি (d) আপেক্ষিক গতি

65. একটি সরলদোলককে '4g' অভিকর্ষজ ত্বরণের একটি গ্রহে নিয়ে গেলে এর দোলনকাল কত হবে? **[MB'21][Ans: b]**
(a) T/4 (b) T/2 (c) 2T (d) 4T

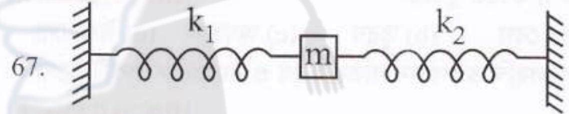
66. **[DB'19]**



প্রদর্শিত তরঙ্গের P ও Q বিন্দুর দশা পার্থক্য কত?
(a) $\frac{\pi}{2}$ (b) π (c) 2π (d) 4π

সমাধান: (d); P ও Q এর মধ্যবর্তী দূরত্ব, $x = 2\lambda$
$\therefore \delta = \frac{2\pi}{\lambda}x = \frac{2\pi}{\lambda} \times 2\lambda = 4\pi$

67.



চিত্রে m ভরের বস্তুটি টেনে ছেড়ে দিলে স্পন্দনের কম্পাঙ্ক হবে- **[DB'19; DB'17; Ctg.B'17]**
(a) $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1-k_2}{m}}$ (b) $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k_1+k_2}}$
(c) $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k_1-k_2}}$ (d) $f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$

সমাধান: (d); $F = -k_1x - k_2x$
$\Rightarrow ma = -(k_1 + k_2)x \Rightarrow a = -\frac{k_1+k_2}{m}x$
$\therefore \omega = \sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}} \therefore f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}$

68. কোনো সেকেন্ড দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য 1.96 গুণ করলে এর দোলনকাল কত হবে? **[DB'19]**
(a) 3.92 s (b) 2.8 s (c) 3.44 s (d) 1.4 s

সমাধান: (b); $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \Rightarrow T_2 = 2 \times \sqrt{1.96} = 2.8$ s

69. সরল ছন্দিত স্পন্দনের বৈশিষ্ট্য- **[RB'19][Ans: d]**
(i) গতি পর্যাবৃত্ত (ii) ত্বরণ সরণের সমানুপাতিক
(iii) গতি সরলরৈখিক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

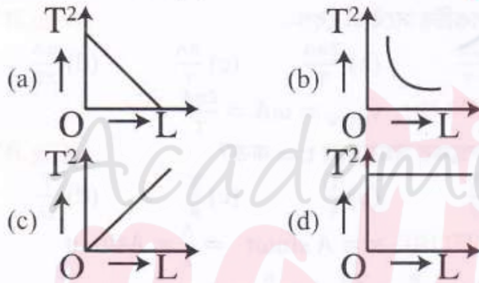
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
একজন শিশু শিশুপার্কের একটি দোলনায় বসে দোল খাচ্ছে। হঠাৎ তার মাকে দেখে সে দাঁড়িয়ে গেল।

70. দোলনাটির গতি প্রকৃতি কেমন হবে? [RB'19]
(a) ধীরে চলবে (b) দ্রুত চলবে
(c) থেমে যাবে
(d) প্রথমে দ্রুত এবং পরে ধীরে চলবে

সমাধান: (a); $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ∴ দোলনায় বসা অবস্থায় যে ভর দোলনার উপর প্রযুক্ত হবে, দাঁড়ালে তার চেয়ে অধিক ভর প্রযুক্ত হবে। $\because T \propto \sqrt{m}$, ফলে দোলনার দোলনকাল বেড়ে যাবে।

71. সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার ক্ষেত্রে- [অক্ষরগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে] [Ctg.B'19][Ans: d]
(i) বিভব শক্তি, $E_p = \frac{1}{2}kA^2\sin^2(\omega t + \delta)$
(ii) গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}kA^2\cos^2(\omega t + \delta)$
(iii) মোট শক্তি, $E \propto A^2$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

72. সরল দোলকের ক্ষেত্রে দোলনকালের বর্গ (T^2) বনাম কার্যকরী দৈর্ঘ্যের (L) লেখচিত্র নিচের কোনটি? [Ctg.B'19]



সমাধান: (c); $T^2 = 4\pi^2\frac{L}{g} \Rightarrow \frac{T^2}{L} = \frac{4\pi^2}{g} \Rightarrow T^2 \propto L$

73. সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন একটি কণার সরণের রাশিমালা হলো- [SB'19][Ans: b]
(i) $x = A\sin 2\pi nt$ (ii) $y = ax - bx^2$
(iii) $x = A\sin\omega t$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

74. 0.3 m দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট একটি সরল দোলকের দোলনকাল 0.8 sec পাওয়া গেল। দোলনকাল 2.4 sec করতে হলে দোলকটির দৈর্ঘ্য কত হবে? [BB'19]
(a) 1.8 m (b) 2.4 m (c) 2.7 m (d) 3.6 m

সমাধান: (c); $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{L'}{L}} \Rightarrow L' = \left(\frac{T'}{T}\right)^2 \times L$
$= \left(\frac{2.4}{0.8}\right)^2 \times 0.3 = 2.7$ m

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
সরল দোলগতিসম্পন্ন একটি কণার সরণ $x = \sqrt{4}\sin 4\pi t$ মিটার।

75. কণাটির স্পন্দনের পর্যায়কাল কত? [BB'19]
(a) 0.5 sec (b) 1 sec (c) 2 sec (d) 4π sec

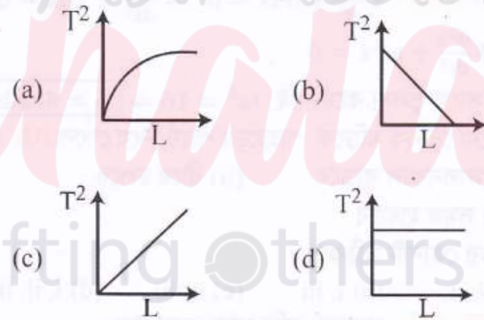
সমাধান: (a); $\omega = 4\pi \Rightarrow \frac{2\pi}{T} = 4\pi \Rightarrow T = \frac{1}{2}$ s

76. সাম্যাবস্থান থেকে 2m দূরে কণাটির- [BB'19][Ans: c]
(i) গতিশক্তি সর্বোচ্চ (ii) বিভবশক্তি সর্বোচ্চ
(iii) মোট শক্তি = বিভব শক্তি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

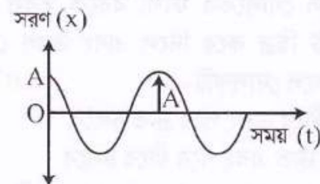
77. একটি পূর্ণ কম্পনে T সময়ে দশার পরিবর্তন 2π হলে কৌণিক কম্পাঙ্ক কত? [BB'19][Ans: d]
(a) $\omega = 2\pi T$ (b) $\omega = \frac{2\pi}{f}$
(c) $\omega = \frac{T}{2\pi}$ (d) $\omega = \frac{2\pi}{T}$

78. কোনো সরল ছন্দিত স্পন্দনরত বস্তুকণার বিস্তার A ও সরণ x হলে ত্বরণ সর্বনিম্ন হবে- [JB'19][Ans: d]
(a) $x = A$ অবস্থানে (b) $x = \frac{A}{2}$ অবস্থানে
(c) $x = \frac{A}{4}$ অবস্থানে (d) $x = 0$ অবস্থানে

49. কোন লেখচিত্রটি সরল দোলকের ২য় সূত্রকে প্রকাশ করে? [CB'19][Ans: c]



80. সরল ছন্দিত স্পন্দনে গতিশীল একটি কণার সরণ বনাম সময় লেখচিত্র দেখানো হলো:



কণাটির আদি দশা কত? [Din.B'19][Ans: b]
(a) π (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) $\frac{\pi}{4}$ (d) 0

81. দোলক ঘড়ি- [Din.B'19][Ans: c]
(i) পাহাড়ের ওপর ধীরে চলে
(ii) বিষুব অঞ্চল থেকে মেরু অঞ্চলে নিলে এটি ধীরে চলে
(iii) গ্রীষ্মকালের চেয়ে শীতকালে দ্রুত চলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

82. সরল দোলকের সাম্যাবস্থায় সর্বোচ্চ হয়-[All B'18][Ans: c]
(a) ত্বরণ (b) সরণ (c) বেগ (d) প্রত্যয়নী বল

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি ঘড়ির সেকেন্ডের কাঁটার দৈর্ঘ্য 3cm.

83. সেকেন্ডের কাঁটার প্রান্তের রৈখিক বেগ-
(a) $3.14\ ms^{-1}$ (b) $3.14 \times 10^{-1} ms^{-1}$
(c) $3.14 \times 10^{-2} ms^{-1}$ (d) $3.14 \times 10^{-3} ms^{-1}$
সমাধান: (d); $v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \times 0.03}{60} = 3.14 \times 10^{-3} ms^{-1}$

84. সেকেন্ডের কাঁটার- [All B'18]
(i) পর্যায়কাল 1 মিনিট (ii) কম্পাংক 1.6×10^{-3}Hz
(iii) কৌণিক বেগ $0.1046\ rads^{-1}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (c); $T = 60s$, $f = \frac{1}{T} = 16.67 \times 10^{-3}$Hz,
$\omega = \frac{2\pi}{T} = 0.1046\ rads^{-1}$

85. সরল ছন্দিত কোনো কণার ব্যবকলনীয় সমীকরণ $4\frac{d^2x}{dt^2} + 64x = 0$ হলে, কৌণিক বেগ কত? [DB'17]
(a) $64\ rads^{-1}$ (b) $16\ rads^{-1}$
(c) $8\ rads^{-1}$ (d) $4\ rads^{-1}$
সমাধান: (d); $4\frac{d^2x}{dt^2} + 64x = 0 \Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + 16x = 0,$
একে $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$
এর সাথে তুলনা করে পাই, $\omega^2 = 16 \Rightarrow \boxed{\omega = 4rads^{-1}}$

86. কোনো দোলক ঘড়িকে পাহাড়ের শীর্ষে নিয়ে গেলে[DB'17]
(i) দোলনকাল বাড়বে (ii) ধীরে চলবে
(iii) সময় হারাবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (d); পাহাড়ে অভিকর্ষজ ত্বরণ কম।
$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$ ∴ দোলনকাল বাড়বে।

87. একটি সরল গোলকের ফাঁপা ববকে তরল দ্বারা পূর্ণ করে তলায় ছোট ছিদ্র করে দিলে এবং তরল ফোঁটায় ফোঁটায় পড়তে থাকলে দোলকটি- [RB'17][Ans: c]
(i) প্রথমে ধীরে এবং পরে দ্রুত চলবে
(ii) প্রথমে দ্রুত এবং পরে ধীরে চলবে
(iii) লব্ধি ভারকেন্দ্র ক্রমান্বয়ে কেন্দ্র থেকে নিচে নামতে থাকে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

88. সরল ছন্দিত গতিতে চলমান একটি বস্তুর বিস্তার 0.01m ও কম্পাঙ্ক 12Hz, বস্তুটির 0.005m সরণে বেগ কত?[RB'17]
(a) $0.03ms^{-1}$ (b) $0.3968ms^{-1}$
(c) $0.5328ms^{-1}$ (d) $0.65264ms^{-1}$
সমাধান: (d); $f = 12\ Hz \Rightarrow \omega = (2\pi \times 12) rads^{-1}$
$= 24\pi\ rads^{-1}$ ∴ বেগ, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$
$= 24\pi\sqrt{(0.01)^2 - (0.005)^2} = 0.65264ms^{-1}$

89. নিচের কোন লেখচিত্রটি সরল দোলকের তৃতীয় সূত্রকে প্রকাশ করে? [RB'17]
(a) L^2 বনাম g (b) T^2 বনাম g
(c) T^2 বনাম L (d) T^2 বনাম m
সমাধান: (b); $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}} \Rightarrow T^2 \propto \frac{1}{g}$
$\Rightarrow T^2 g = constant$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি সরল দোলকের বিস্তার A এবং দোলনকাল T, দোলকটির $x = \frac{A}{2}$ সরণের সময়কাল t সেকেন্ড।

90. দোলকটির সর্বোচ্চ বেগ– [Ctg.B'17]
(a) $\frac{2\pi}{T}$ (b) $\frac{2\pi A}{T}$ (c) $\frac{\pi A}{T}$ (d) $\frac{\pi A}{2T}$
সমাধান: (b); $v_{max} = \omega A = \frac{2\pi A}{T}$

91. উদ্দীপকের সময়কাল t = কত? [Ctg.B'17]
(a) $\frac{T}{2}$ (b) $\frac{T}{4}$ (c) $\frac{T}{8}$ (d) $\frac{T}{12}$
সমাধান: (d); $x = A\sin\omega t \Rightarrow \frac{A}{2} = A\sin\omega t$
$\Rightarrow \omega t = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \frac{2\pi}{T} \cdot t = \frac{\pi}{6} \Rightarrow t = \frac{T}{12}$

92. m ভরের একটি বস্তু সরল ছন্দিত স্পন্দনে গতিশীল আছে। এর পর্যায়কাল হবে– [SB'17][Ans: c]
(a) $T = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{m}{k}}$ (b) $T = 2\pi^2\frac{m}{k^2}$
(c) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ (d) $T = \frac{1}{2\pi}\frac{m}{k}$

93. সরল ছন্দিত গতিতে – [SB'17][Ans: a]
(i) বস্তুর ত্বরণ বস্তুর সরণের সমানুপাতিক
(ii) ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখী হয়
(iii) ক্রিয়াশীল বল বিপরীত বর্গের সূত্র মেনে চলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

94. সরল ছন্দিত স্পন্দনের বৈশিষ্ট্য নয় কোনটি?[BB'17][Ans: c]
(a) কণার সরণ সাইনের বা কোসাইনের অপেক্ষক
(b) বলের দিক সাম্যবিন্দু অভিমুখী
(c) সাম্যবিন্দুতে গতিশক্তি সবচেয়ে কম
(d) ত্বরণের মান সরণের বিপরীতমুখী

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি সরল দোলকের সুতার দৈর্ঘ্য 79.2 cm এবং ববের ব্যাসার্ধ 0.8cm । (অভিকর্ষজ ত্বরণ $9.8ms^{-2}$)

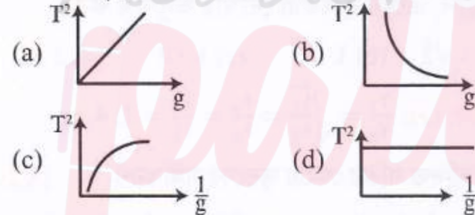
95. উক্ত দোলকটির দোলনকাল কত? **[BB'17]**
(a) 0.5077s (b) 0.5129s
(c) 0.8976s (d) 1.7952s
সমাধান: (d); $T = 2\pi\sqrt{\frac{l+r}{g}} = 1.7952S$

96. উক্ত দোলককে সেকেন্ড দোলকে পরিণত করলে–
(i) দোলকটি দ্রুত চলবে **[BB'17][Ans: c]**
(ii) দোলনকাল 2 sec হবে
(iii) সুতার দৈর্ঘ্য 19.29cm বৃদ্ধি করতে হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

97. কোনো কণার স্পন্দন গতির সমীকরণ $x = 10 \sin(6\pi t + 3\pi)$।কণাটির কম্পাঙ্ক কত? **[JB'17]**
(a) 1.5Hz (b) 3Hz (c) 5Hz (d) 10Hz
সমাধান: (b); $\omega = 6\pi \Rightarrow 2\pi f = 6\pi \Rightarrow f = 3Hz$

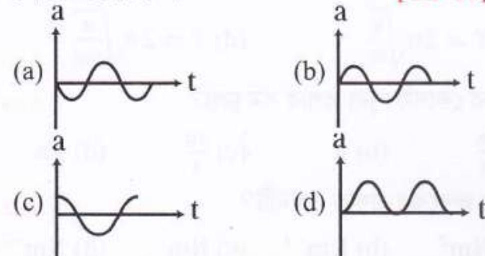
98. কোনো দোলক ঘড়ির পর্যায়কাল গ্রীষ্মকালে 2.002 sec হয়। ঘড়িটি ঘন্টায় কত সেকেন্ড স্লো হবে? **[JB'17]**
(a) 2.5s (b) 3.6s (c) 4.5s (d) 6.6s
সমাধান: (b); $T' = \frac{2\times86400}{86400-n} \Rightarrow 2.002 = \frac{2\times86400}{86400-n}$
$\Rightarrow n = 86.32$ sec
$\therefore$ 1 দিন = 24 hr এ স্লো হয় 86.32 sec
$\therefore$ 1 hr এ স্লো হয় = $\frac{86.32}{24}$ sec = 3.6 sec

99. $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ সমীকরণ হতে নিচের কোনটি সঠিক? **[CB'17]**



সমাধান: (b); $T = 2\pi\sqrt{\frac{2}{g}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2\frac{L}{g}; T^2 \rightarrow y$
$\frac{1}{g} \rightarrow x \therefore y = \frac{4\pi^2 L}{x} \Rightarrow xy = 4\pi^2 L = c,$
এটি একটি আয়তাকার অধিবৃত্তের সমীকরণ।

100. $Y = A\sin\omega t$ একটি কণার সরণ হলে, ত্বরণ বনাম সময়ের লেখচিত্র কোনটি? **[CB'17][Ans: a]**



নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
"0.3 m দৈর্ঘ্যের একটি দোলক একটি অর্ধবৃত্তে দোল দেয়। এর ববের ভর 0.01 kg ।"

102. সর্বনিম্ন অবস্থানে গতিশক্তি কত ? **[CB'17]**
(a) 2.425 J (b) 0.0294 J (c) 0.0194 J (d) 0 J
সমাধান: (b); $h = 0.3m; E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\times m\times(2gh)$
$= \left(\frac{1}{2}\times0.01\times2\times9.8\times0.3\right)J = 0.0294J$

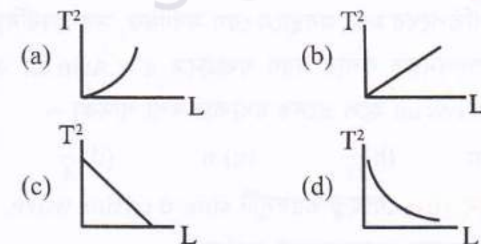
103. সর্বনিম্ন অবস্থানে ববটি ছিঁড়ে গেলে ববের গতিপথ প্রকাশকারী সমীকরণ কোনটি? **[CB'17]**
(a) $y = mx$ (b) $y = c + mx$
(c) $y = bx - cx^2$ (d) $y = -cx^2$
সমাধান: (d); প্রাসের মতো গতিপথ হবে, যেখানে নিক্ষেপণ কোণ $\theta_0 = 0°$
$\therefore y = \tan\theta_0 x - \frac{g}{2v_0^2\cos^2\theta_0}x^2 = -\frac{g}{2v_0^2}x^2 = -cx^2$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার সমীকরণ,
$y = 10\sin\left(\frac{\pi t}{T} + \frac{\pi}{4}\right)$, যার পর্যায়কাল 5 sec।

104. 1.25 sec এ কণাটির সরণ কত একক হবে ? **[Din.B'17]**
(a) 6 একক (b) 10 একক (c) 12 একক (d) 18 একক
সমাধান: (b); $Y = 10\sin\left(\frac{1.25\pi}{5} + \frac{\pi}{4}\right) = 10$

105. কণাটির– **[Din.B'17]**
(i) আদি দশা $\frac{\pi}{4}$ (ii) কম্পাংক 0.1Hz
(iii) বিস্তার 7 একক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); সঠিক উত্তর শুধু (i)

106. সরল দোলকের জন্য L বনাম T^2 লেখচিত্রের প্রকৃতি নিচের কোনটি সঠিক ? **[Din.B'17]**



সমাধান: (b); $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2\frac{L}{g}$
$T^2 \rightarrow y ; L \rightarrow x$
$\therefore y = \frac{4\pi^2}{g}x = mx$, মূলবিন্দুগামী সরলরেখা।

MCQ: বিভিন্ন লেখকের মূল বইয়ের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও সমাধান

প্রফেসর মোহাম্মদ ইস্হাক স্যার

01. একটি বস্তু 4 cm বিস্তারের সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন করছে। সাম্যাবস্থা থেকে কত দূরত্বে বস্তুটির গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তি সমান হবে?
(a) $2\sqrt{2}$ cm (b) $\sqrt{2}$ cm (c) 2 cm (d) 1 cm
সমাধান: (a); $x = \frac{A}{\sqrt{2}} = \frac{4}{\sqrt{2}} = 2\sqrt{2}$ cm

02. সরল ছন্দিত গতির ক্ষেত্রে ত্বরণ বা প্রত্যায়নী বল সরণের- **[Ans: d]**
(a) সমানুপাতিক ও সমমুখী
(b) ব্যস্তানুপাতিক ও বিপরীতমুখী
(c) ব্যস্তানুপাতিক ও সমমুখী
(d) সমানুপাতিক ও বিপরীতমুখী

03. সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার গতিপথের মধ্য অবস্থানে—
(a) বেগ সর্বনিম্ন, সরণ সর্বোচ্চ
(b) বেগ সর্বনিম্ন, সরণ সর্বনিম্ন
(c) বেগ সর্বাধিক, সরণ সর্বাধিক
(d) বেগ সর্বাধিক, সরণ সর্বনিম্ন
সমাধান: (d); সরল দোলন গতির বৈশিষ্ট্য:
(i) ইহা একটি পর্যাবৃত্ত গতি।
(ii) একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর এই গতি বিপরীতমুখী হয়।
(iii) এর গতি একটি সরলরেখায় ঘটে।
(iv) ত্বরণ সর্বদা সরণের সমানুপাতিক।
(v) ত্বরণ সরণের বিপরীতমুখী।
(vi) ত্বরণ বস্তুর কণাটির মধ্য অবস্থান অভিমুখী।
(vii) সরল গতিসম্পন্ন কণা বা বস্তু যেই মুহূর্তে সাম্যাবস্থান অতিক্রম করে সেই মুহূর্তে গতিবেগ সর্বোচ্চ হয়। সরণের শেষ প্রান্তে বেগ মুহূর্তের জন্য শূন্য হয়।
(viii) সরল দোলনগতির পর্যায়কাল তার বিস্তারের ওপর নির্ভরশীল নয়।
(ix) গতিপথের মধ্য অবস্থানে বেগ সর্বাধিক, সরণ সর্বনিম্ন।

04. দুটি স্পন্দনরত কণার সরণ যথাক্রমে $x = A\sin\omega t$ এবং $x = A\cos\omega t$ হলে এদের মধ্যকার দশা পার্থক্য –
(a) 2π (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) π (d) $\frac{\pi}{4}$
সমাধান: (b); যেহেতু তরঙ্গদুটি sine ও cosine wave, সুতরাং এদের মধ্যকার দশা পার্থক্য $\frac{\pi}{2}$.

05. সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দিত কণার বিভবশক্তি সর্বোচ্চ হবে যখন সরণ- **[Ans: a]**
(a) A (b) $\frac{A}{2}$ (c) $\frac{A}{\sqrt{2}}$ (d) 0 হয়

06. সরল দোলকের গতির ক্ষেত্রে $\frac{1}{2}KA^2$ নির্দেশ করে- **[Ans: d]**
(a) সর্বোচ্চ স্থিতিশক্তি (b) সর্বোচ্চ গতিশক্তি
(c) মোট শক্তি (d) সবগুলো

07. সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য অভিকর্ষজ ত্বরণ 'g'-এর-
(a) বর্গমূলের সমানুপাতিক (b) সমানুপাতিক
(c) বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক (d) ব্যস্তানুপাতিক
সমাধান: (b); সেকেন্ড দোলকের ক্ষেত্রে দৈর্ঘ্য, $L = \frac{g}{\pi^2}$
$\therefore L \propto g$।

08. একটি সেকেন্ড দোলকের এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে যেতে সময় লাগে-
(a) 0.5 s (b) 1 s (c) 1.5 s (d) 2 s
সমাধান: (b); সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল 2s। সুতরাং সেকেন্ড দোলকের এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে সময় 1s।

09. সরল দোলকের ববের ভর বাড়ালে, দোলনকাল কী হবে?
(a) বাড়বে (b) কমবে
(c) অপরিবর্তিত থাকবে
(d) ভরের বর্গমূলের সমানুপাতিক
সমাধান: (c); দোলনকাল ববের ভর বা আকৃতির উপর নিভর করে না।

10. কোনো স্থানে দুটি সরল দোলকের দোলনকালের অনুপাত 1:2 হলে, এদের কার্যকরী দৈর্ঘ্যের অনুপাত কত?
(a) $1:\sqrt{2}$ (b) 1 : 2 (c) 1 : 4 (d) 2 : 1
সমাধান: (c); $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} \Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = \frac{T_1^2}{T_2^2} = 1:4.$

11. সরল ছন্দিত গতির ক্ষেত্রে ত্বরণের সমীকরণ- **[Ans: c]**
(a) $a = A\sin\omega t$ (b) $a = A\omega\cos\omega t$
(c) $a = -A\omega^2\sin\omega t$ (d) $a = -A\omega^2\cos\omega t$

12. নিচের কোন সম্পর্কটি পর্যায়কাল ও বল ধ্রুবকের জন্য সঠিক? **[Ans: a]**
(a) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ (b) $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$
(c) $T = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}}$ (d) $T = 2\pi\sqrt{\frac{k}{mg}}$

13. নিচের কোনটি শূন্য দশার সমতুল্য? **[Ans: d]**
(a) $\frac{\pi}{2}$ (b) π (c) $\frac{3\pi}{2}$ (d) 2π

14. স্প্রিং ধ্রুবকের একক কোনটি? **[Ans: b]**
(a) Nm^2 (b) Nm^{-1} (c) Nm (d) Nm^{-2}

15. একটি সরল দোলকের দৈর্ঘ্য L, ভর M এবং কম্পাঙ্ক f। এর কম্পাঙ্ক 2f করতে হলে-
(a) দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করে 4 L করতে হবে
(b) দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করে 2 L করতে হবে
(c) দৈর্ঘ্য হ্রাস করে $\frac{L}{2}$ করতে হবে
(d) দৈর্ঘ্য হ্রাস করে $\frac{L}{4}$ করতে হবে
সমাধান: (d); $n = \frac{1}{T} \therefore n \propto \frac{1}{\sqrt{L}}$.

16. কোনো কণার স্পন্দন গতির সমীকরণ $x = 10\sin(6\pi t + 2\pi)$। কণাটির কম্পাঙ্ক কত?
(a) 1.5 Hz (b) 6 Hz (c) 3 Hz (d) 10 Hz
সমাধান: (c); $\omega t = 6\pi t$; $2\pi f = 6\pi \therefore f = 3$ Hz

17. সরল দোলকের সাহায্যে নির্ণয় করা যায়-
(a) মুক্তিবেগ (b) পাহাড়ের উচ্চতা
(c) মহাকর্ষীয় ধ্রুবক (d) পৃথিবীর আবর্তন বেগ
সমাধান: (b); সরল দোলকের সাহায্যে অভিকর্ষজ ত্বরণ, পাহাড়ের উচ্চতা ও সময় নির্ণয় করা যায়।

18. কৌণিক বিস্তার 4° এর মধ্যে হলে সরল দোলকের দোলনকাল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্যের — **[Ans: d]**
(a) ব্যস্তানুপাতিক (b) সমানুপাতিক
(c) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক (d) বর্গমূলের সমানুপাতিক

19. সরল দোলকের সাম্যাবস্থায় সর্বোচ্চ হয় — **[Ans: d]**
(a) ত্বরণ (b) সরণ (c) প্রত্যয়নী বল (d) বেগ

20. একটি দোলক ঘড়ি সরল দোলগতি সম্পন্ন করছে যার কম্পাঙ্ক ω। এর গতিশক্তির পরিবর্তনের কম্পাঙ্ক- **[Ans: c]**
(a) $\frac{\omega}{2}$ (b) 3ω (c) 2ω (d) $\frac{\omega}{4}$

21. সরল দোলগতিসম্পন্ন একটি বস্তুকণার যে কোনো মুহূর্তের ত্বরণ $2\ ms^{-2}$ এবং সরণ 0.02 m হলে এর কৌণিক কম্পাঙ্ক কত? **[Ans: b]**
(a) $0.1\ rad\ s^{-1}$ (b) $10\ rad\ s^{-1}$
(c) $1\ rad\ s^{-1}$ (d) $50\ rad\ s^{-1}$

22. সরল দোল গতিসম্পন্ন কোনো বস্তুর সর্বোচ্চ গতিশক্তির সমীকরণ- **[Ans: b]**
(a) $E_{max} = \frac{1}{2}m\omega^2K^2$ (b) $E_{max} = \frac{1}{2}m\omega^2a^2$
(c) $E_{max} = \frac{1}{2}m\omega a^2$ (d) $E_{max} = \frac{1}{2}m\omega K^2$

23. একটি সরল দোলকের দোলনকাল 50% বৃদ্ধি করতে এর কার্যকরী দৈর্ঘ্য কতগুণ বাড়াতে হবে?
(a) 5 (b) 6 (c) 1.25 (d) 2.5
সমাধান: (c); $L_2 = \left(\frac{T_2}{T_1}\right)^2 L_1 = \left(\frac{T_1+50\%T_1}{T_1}\right)^2 L_1$
$\Rightarrow L_2 = 2.25\ L_1$
$\therefore$ দৈর্ঘ্য বাড়াতে হবে $= 2.25L_1 - L_1 = 1.25$ গুণ।

24. নিচের কোনটি দোলন গতির উদাহরণ? **[Ans: b]**
(a) ঘড়ির কাঁটার গতি (b) সুরশলাকার গতি
(c) বৈদ্যুতিক পাখার গতি
(d) সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি

25. একটি সরল দোলকের সুতার দৈর্ঘ্য 4 গুণ বাড়ালে দোলনকাল- **[Ans: b]**
(a) 4 গুণ বাড়বে (b) দ্বিগুণ বাড়বে
(c) দুইগুণ কমবে (d) 4 গুণ কমবে

26. যদি কোনো পাহাড়ের শীর্ষে এবং খনির গভীরে সরল দোলকের দোলনকাল সমান হয় তাহলে পাহাড়ের উচ্চতা ও খনির গভীরতার অনুপাত হবে- **[Ans: c]**
(a) 3:4 (b) 4:3 (c) 1:2 (d) 2:1

27. কৌণিক কম্পাঙ্ক-এর মাত্রা কোনটি? **[Ans: b]**
(a) $[M^0LT]$ (b) $[M^0L^0T^{-1}]$
(c) $[M^0L^{-1}T]$ (d) $[M^0LT^{-1}]$

ড. শাহজাহান তপন স্যার

01. একটি সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল বৃদ্ধি পেয়েছে। দোলনকাল 2 s করতে হলে এর দৈর্ঘ্য – **[Ans: b]**
(a) বাড়াতে হবে (b) কমাতে হবে
(c) কিছুই করতে হবে না (d) উপরের সবগুলোই

02. $2\frac{d^2x}{dt^2} + 32x = 0$ সমীকরণ দ্বারা বর্ণিত সরল দোলন গতির কৌণিক কম্পাঙ্ক কত? **[Ans: d]**
(a) $32\ rad\ s^{-1}$ (b) $16\ rad\ s^{-1}$
(c) $8\ rad\ s^{-1}$ (d) $4\ rad\ s^{-1}$

03. একটি সরল দোলকের দোলনকাল T; দোলকটির দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ হলে পরিবর্তিত দোলনকাল কত হবে?
(a) $\sqrt{2}T$ (b) 2T (c) $\frac{1}{2}T$ (d) $\frac{1}{\sqrt{2}}T$
সমাধান: (a); $T_2 = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \times T = \sqrt{2}T$.

04. সরল দোলকের দৈর্ঘ্য ও দোলনকাল সংক্রান্ত কোন সমীকরণটি সঠিক নয়? **[Ans: b]**
(a) $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ (b) $T_1 = \sqrt{\frac{L_1}{L_2 \times T_2}}$
(c) $T_2 = T_1\sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$ (d) $L = \frac{gT^2}{4\pi^2}$

05. সরল দোলন গতিসম্পন্ন কোন কণা যখন সাম্যাবস্থা অতিক্রম করে তখন এর- **[Ans: c]**
(a) গতিশক্তি সর্বনিম্ন এবং বিভব শক্তি সর্বোচ্চ
(b) গতিশক্তি সর্বোচ্চ এবং বিভব শক্তি সর্বোচ্চ
(c) গতিশক্তি সর্বোচ্চ এবং বিভব শক্তি সর্বনিম্ন
(d) গতিশক্তি সর্বনিম্ন এবং বিভব শক্তি সর্বনিম্ন

06. কোনো সরল দোলকের দোলনকাল অর্ধেক করার জন্য-
(a) দৈর্ঘ্য এক-চতুর্থাংশ করতে হবে [Ans: a]
(b) দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করতে হবে
(c) ববের ভর দ্বিগুণ করতে হবে
(d) ববের ভর অর্ধেক করতে হবে

07. সরল দোলন গতিসম্পন্ন কোনো কণার বিস্তার A। এর সরণ কত হলে শক্তির অর্ধেক গতিশক্তি এবং অর্ধেক বিভবশক্তি হবে? [Ans: c]
(a) $\frac{A}{3}$ (b) $\frac{A}{2}$ (c) $\frac{A}{\sqrt{2}}$ (d) $\frac{A}{2\sqrt{2}}$

08. একজন বালিকা একটি দোলনায় বসে দোল খাচ্ছে। বালিকাটি ওঠে দাঁড়ালে দোলনকালের কী পরিবর্তন হবে?
(a) হ্রাস পাবে (b) বৃদ্ধি পাবে [Ans: a]
(c) অপরিবর্তিত থাকবে
(d) বালিকাটির উচ্চতার উপর নির্ভর করে বৃদ্ধি বা হ্রাস পেতে পারে

09. কোনো বস্তুর গতি যদি এমন হয় যে নির্দিষ্ট সময় পরপর কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে একই দিক থেকে অতিক্রম করে যায় তাহলে তাকে কেমন পর্যাবৃত্তি বলে? [Ans: a]
(a) কালিক পর্যাবৃত্তি (b) স্থানিক পর্যাবৃত্তি
(c) উভয়ই (d) কোনোটিই নয়

10. প্রতি এক বছর পর পর আমাদের জাতীয় বিজয় দিবস ১৬ ডিসেম্বর আসে, এটি কী ধরনের পর্যাবৃত্তির উদাহরণ? [Ans: a]
(a) কালিক পর্যাবৃত্তি (b) স্থানিক পর্যাবৃত্তি
(c) উভয়ই (d) কোনোটিই নয়

11. একটি ঘড়ির সেকেণ্ডের কাঁটার কৌণিক কম্পাঙ্ক হবে-
(a) 1.0 rev/s (b) 0.5 rev/s [Ans: c]
(c) 0.017 rev/s (d) 60.0 rev/s

12. কোনো ব্যক্তি একটি স্থির লিফটের ভিতরে একটি সরল দোলকের পর্যায়কাল পান T। যদি লিফটি g/3 ত্বরণে উপরে উঠতে থাকে তাহলে পর্যায়কাল হবে-
(a) $\sqrt{3}T$ (b) $\frac{\sqrt{3}}{2}T$ (c) $\frac{T}{\sqrt{3}}$ (d) $\frac{T}{3}$

সমাধান: (b); $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g+\frac{g}{3}}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{\frac{3g+g}{3}}} = 2\pi\sqrt{\frac{3L}{4g}}$
$= \frac{\sqrt{3}}{2}.2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = \frac{\sqrt{3}}{2}T.$

13. কোন দোলক ঘড়িকে পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে গেলে কী ঘটবে?
(a) সময় লাভ করবে (b) সময় হারাবে
(c) সময় একই থাকবে (d) ঘড়িটি বন্ধ হয়ে যাবে

সমাধান: (b); $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$, পাহাড়ের উপর g এর মান কমে যায়। তাহলে দোলনকাল T বেড়ে যায় দোলকটি ধীরে চলে এবং দোলকটি সময় হারায়।

14. একটি সরল দোলকের দৈর্ঘ্য অপরটির দ্বিগুণ। দ্বিতীয় সরল দোলকের দোলনকাল 3 s হলে প্রথমটির দোলনকাল কত?
(a) 4.24 s (b) 4.54 s (c) 5.54 s (d) 5.24 s

সমাধান: (a); $\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}} = \sqrt{\frac{L_1}{2L_1}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ বা, $T_1 = \frac{T_2}{\sqrt{2}}$
বা, $T_2 = \sqrt{2}T_1 = \sqrt{2} \times 3 = 4.24$ sec.

15. L দৈর্ঘ্য ও k স্প্রিং ধ্রুবকবিশিষ্ট একটি স্প্রিংকে কেটে সমান চার টুকরা করা হলে, প্রতি টুকরা স্প্রিং এর ধ্রুবক হবে- [Ans: d]
(a) $\frac{k}{4}$ (b) $\frac{k}{2}$ (c) 2k (d) 4k

16. 40 cm দীর্ঘ একটি সরল দোলক প্রতি মিনিটে 40 দোল দেয়। যদি এর দৈর্ঘ্য 160 cm করা হয়, তবে 60 বার দুলতে কত সময় নেবে?
(a) 3 min (b) 6 min (c) 9 min (d) 12 min

সমাধান: (a); $T_2 = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \times T_1 = \sqrt{\frac{160}{40}} \times \frac{60}{40} = 3$ min.

17. একটি সরল দোলককে পৃথিবীর ব্যাসার্ধের সমান উচ্চতায় নেওয়া হলে দোলনকাল কতগুণ হবে?
(a) $\frac{1}{4}$ (b) $\frac{1}{2}$ (c) 2 (d) 4

সমাধান: (c); $g' = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 g = \left(\frac{R}{2R}\right)^2 g = \frac{1}{4}g$
$T_2 = \sqrt{\frac{g}{g'}}\, T_1 = \sqrt{\frac{g}{\frac{1}{4}g}}\, T_1 = 2T_1.$

18. সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কোনো বস্তুর সরণ ও গতির মধ্যে দশা পার্থক্য হবে- [Ans: a]
(a) $\frac{\pi}{2}$ (b) π (c) 0 (d) $\frac{\pi}{3}$

19. একটি স্প্রিং (বল ধ্রুবক k) কে কেটে দুই অংশে এমনভাবে ভাগ করা হলো যে একটির দৈর্ঘ্য অপরটির দ্বিগুণ। অধিকতর লম্বা স্প্রিংটির ধ্রুবক বলের মান কত? [Ans: b]
(a) $\frac{2}{3}k$ (b) $\frac{3}{2}k$ (c) 3k (d) 2k

20. একটি সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কণার বিস্তার 0.1m, পর্যায়কাল 4s এবং আদিদশা 30°। উক্ত কণাটির দোলনগতির সমীকরণ কোনটি?
(a) $x = 0.3\sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{6}\right)$
(b) $x = 0.1\sin\left(\frac{\pi}{4}t + \frac{\pi}{6}\right)$
(c) $x = 0.1\sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{6}\right)$
(d) $x = 1.0\sin\left(\frac{\pi}{4}t + \frac{\pi}{6}\right)$

সমাধান: (c); $x = A\sin(\omega t + \delta)$

$\Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4} = \frac{\pi}{2} \Rightarrow 30° = \frac{\pi}{6}$

$\therefore x = 0.1\sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{6}\right)$.

21. একটি বস্তু $x = 2\cos(50t)$ অনুসারে সরল ছন্দিত গতিতে দুলছে, যেখানে x- এর পরিমাণ মিটারে এবং t- এর পরিমাপ সেকেন্ডে। এর সর্বোচ্চ বেগ ms^{-1} এককে হবে-

(a) 100 sin (50t) (b) 100 cos (50t)
(c) 100 (d) 200

সমাধান: (c); $v_{max} = \omega A = 50 \times 2 = 100$.

22. সরল দোলন গতির উদাহরণ- [Ans: a]

(i) সেকেন্ড দোলক (ii) উল্লম্ব স্প্রিং (iii) হাত পাখা

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

23. সরল দোলন গতি এবং বৃত্তাকার গতির সম্পর্কের ক্ষেত্রে নিম্নোক্ত ধারণা হলো- [Ans: a]

(i) সরল দোলন গতির বিস্তার বৃত্তের ব্যাসার্ধের সমান হয়

(ii) সুষম বৃত্তাকার গতি এবং সরল দোলন গতির পর্যায়কাল একই হয়

(iii) সরল দোলন গতির কৌণিক কম্পাঙ্ক এবং সুষম বৃত্তাকার গতির কৌণিক দ্রুতি একই হয় না

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

ড. তফাজ্জল হোসেন স্যার

01. পৃথিবীতে একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 1 m হলে চাঁদে ঐ সেকেন্ডে দোলকের দৈর্ঘ্য হবে? $[g_m = \frac{1}{6}g_e]$ [Ans: c]

(a) 36 m (b) 6 m (c) $\frac{1}{6}$ m (d) $\frac{1}{36}$ m

02. M ভরের একটি ব্লককে উল্লম্বভাবে স্থাপিত একটি স্প্রিংয়ের নিচের প্রান্তে ঝুলিয়ে দিলে এ-টি 1s পর্যায়কাল নিয়ে দুলে। যদি ব্লকের ভর 4M করা হয় তবে দোলনকাল হবে —

(a) 4s (b) 2s (c) $\frac{1}{2}$ s (d) $\frac{1}{4}$ s

সমাধান: (b); $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T_2 = T_1\sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$

$= 1 \times \sqrt{4} = 2s$.

03. সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন একটি কণার জন্য নিচের কোনটি ত্বরণ a এবং সরণ x এর মধ্যে সম্পর্ক —

(a) $a = 0.5x$ (b) $a = -20x$
(c) $a = 400x^2$ (d) $a = -3x^2$

সমাধান: (b); $a = -\omega^2 x$

04. $100\ Nm^{-1}$ স্প্রিং ধ্রুবক বিশিষ্ট একটি স্প্রিং এর দৈর্ঘ্য 0.01 m বৃদ্ধি করতে কত বল প্রয়োজন?

(a) 1 N (b) 2 N (c) 10 N (d) 100 N

সমাধান: (a); $F = Kx = 100 \times 0.01 = 1$ N.

05. একটি সরল দোলক কোনো শূন্য প্রকোষ্ঠের মধ্যে দুলছে। এটি – [Ans: b]

(a) ধীরে ধীরে থেমে যাবে

(b) একই বিস্তার ও কম্পাঙ্কে চিরকাল দুলবে

(c) একই কম্পাঙ্কে দুলবে কিন্তু সময়ের সাথে বিস্তার হ্রাস পাবে

(d) একই বিস্তারে দুলবে কিন্তু সময়ের সাথে কম্পাঙ্ক হ্রাস পাবে

06. কোনো বস্তুর গতি যদি এমন হয় একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর বস্তুটির গতি পুনরাবৃত্তি ঘটে, তবে ঐ গতিকে বলে - [Ans: d]

(i) পর্যায়বৃত্ত (ii) স্পন্দন বা দোলন

(iii) সরল ছন্দিত স্পন্দন

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

07. কৌণিক বিস্তারের সর্বোচ্চ যে সকল মানের জন্য সরল দোলকের সূত্রগুলো প্রযোজ্য হয় তা হচ্ছে - [Ans: b]

(i) 3° (ii) 4° (iii) 5°

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i (b) i, ii (c) i, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি গতিশীল কণার সরণের সমীকরণ,

$x = 3\sin 5\pi t + 4\cos 5\pi t$ হিসাবে দেয়া আছে।

08. কণাটির বিস্তার -

(a) 3 একক (b) 4 একক (c) 5 একক (d) 7 একক

সমাধান: (c); কণাটির বিস্তার

$= \sqrt{(3\sin 5\pi t)^2 + (4\cos 5\pi t)^2}$

$= \sqrt{9\sin^2 5\pi t + 16\cos^2 5\pi t}$

$= \sqrt{9 + 16} = 5$ একক

09. কণাটির আদিদশা -

(a) $\tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right)$ (b) $\tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)$
(c) $\tan^{-1}\left(\frac{4}{5}\right)$ (d) $\tan^{-1}(5)$

সমাধান: (a); $x = a\sin\omega t + b\cos\omega t$ হলে,

আদি দশা, $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right)$

তাহলে, $x = 3\sin(5\pi t) + 4\cos(5\pi t)$ এ,

আদিদশা, $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{4}{3}\right)$

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

সরলরেখা বরাবর সরল ছন্দিত স্পন্দনে একটি কণার বিস্তার 0.05 m এবং পর্যায়কাল 12 s।

10. কণাটির কৌণিক কম্পাঙ্ক - [Ans: b]
(a) 0.5 rad/s (b) 0.52 r rad/s
(c) 0.6 rad/s (d) 0.62 r rad/s

11. কণাটির সর্বোচ্চ দ্রুতি - [Ans: b]
(a) 0.02 m/s (b) 0.0262 m/s
(c) 0.03 m/s (d) 0.032 m/s

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি কণার সরণের সমীকরণ হল -
$x = 3\sin 5\pi t + 4\cos 5\pi t$

12. কণার বিস্তার হল - [Ans: c]
(a) 3 (b) 4 (c) 5 (d) 7

13. কণাটির আদিদশা হল প্রায় - [Ans: d]
(a) 31° (b) 45° (c) 51° (d) 53°

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
সরল ছন্দিত স্পন্দনে গতিশীল একটি কণার সরণ $x = 0.30\sin(220t + 0.64)$ দ্বারা প্রকাশ করা যায়; যেখানে x মিটারে প্রকাশিত।

14. কণাটির কম্পাঙ্ক -
(a) 35 H_z (b) 36 H_z (c) 45 H_z (d) 58 H_z
সমাধান: (a); $x = 0.30\sin(220t + 0.64)$
$wt = 220t \Rightarrow 2\pi f = 220 \Rightarrow f = \frac{220}{2\pi} = 35\text{Hz}$

15. কণাটির সর্বোচ্চ দ্রুতি -
(a) 66 m/s (b) 93 m/s (c) 113 m/s (d) 133 m/s
সমাধান: (a); $A = 0.30\text{m}, \omega = 220 \text{ rads}^{-1}$
সর্বোচ্চ দ্রুতি, $v = \omega A = (0.30 \times 220) = 66\text{ms}^{-1}$

MCQ: সম্ভাব্য নমুনা প্রশ্ন ও সমাধান

01. সরল দোলকের গতির ক্ষেত্রে $\frac{1}{2}KA^2$ নির্দেশ করে- [Ans: d]
(a) সর্বোচ্চ স্থিতিশক্তি (b) সর্বোচ্চ গতিশক্তি
(c) মোট শক্তি (d) সবগুলো

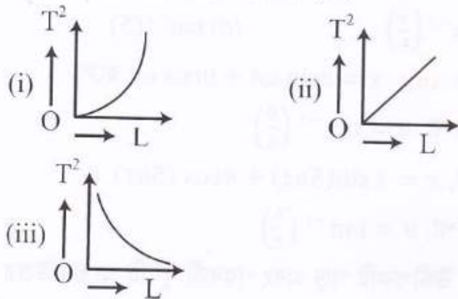
02. সরল দোলন গতিসম্পন্ন কোনো কণার পর্যায়কাল এর বল ধ্রুবকের- [Ans: d]
(a) সমানুপাতিক (b) বর্গমূলের সমানুপাতিক
(c) ব্যস্তানুপাতিক (d) বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

03. একটি সরল দোলন গতির জন্য কৌণিক সরণ নিচের কোনটির চেয়ে বেশি হতে পারবে না? [Ans: b]
(a) 3° (b) 4° (c) 5° (d) 60°

04. সরল ছন্দিত গতির ক্ষেত্রে ত্বরণের সমীকরণ- [Ans: c]
(a) $a = A\sin\omega t$ (b) $a = A\omega\cos\omega t$
(c) $a = -A\omega^2\sin\omega t$ (d) $a = A^2\omega^2\cos\omega t$

05. নিচের কোনটি সরল ছন্দিত স্পন্দন গতির উদাহরণ? [Ans: b]
(a) ঘড়ির কাঁটার গতি (b) সুরশলাকার গতি
(c) বৈদ্যুতিক পাখার গতি
(d) সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি

06. সরলদোলকের ক্ষেত্রে লেখচিত্র হচ্ছে- [Ans: c]



নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii (d) i, ii, iii

07. যাত্রা শুরু করার মুহূর্তে অর্থাৎ, t = 0 সময়ে সরল দোলন গতি সম্পন্ন কোনো বস্তু যে দশায় থাকে তাকে কী বলে? [Ans: b]
(a) তাৎক্ষণিক দশা (b) আদি দশা
(c) সূচকী দশা (d) কৌণিক দশা

08. একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য ঢাকায় 100cm এবং রাজশাহীতে 96cm । কোনো বস্তুকে রাজশাহী থেকে ঢাকায় নিলে এর ওজন কতগুণ বাড়বে?
(a) $\frac{1}{2}$ (b) $\frac{1}{10}$ (c) $\frac{1}{20}$ (d) $\frac{1}{24}$
সমাধান: (d); $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow g = 4\pi^2\frac{L}{T}$
$\therefore$ T ধ্রুব থাকলে, $g \propto L$
$\therefore \frac{W_D}{W_R} = \frac{mg_D}{mg_R} = \frac{L_D}{L_R} = \frac{100}{96} = \frac{25}{24}$
$\therefore \frac{W_D - W_R}{W_R} = \frac{25}{24} - 1 = \frac{1}{24}$

09. সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দিত একটি কণার সর্বোচ্চ ত্বরণ $8\pi ms^{-2}$ ও সর্বোচ্চ বেগ $1.6ms^{-1}$। কণাটির পর্যায়কাল কত?
(a) πsec (b) 4sec (c) 0.4 sec (d) 0.2 sec
সমাধান: (c); $|a_{max}| = \omega^2 A = 8\pi \text{ ms}^{-2}$;
$v_{max} = \omega A = 1.6 \text{ ms}^{-1} \Rightarrow \omega = \frac{|a_{max}|}{v_{max}} = \frac{8\pi}{1.6} = 5\pi$
$\therefore T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{5\pi} = 0.4 \text{ sec}$

10. L দৈর্ঘ্য এবং k স্প্রিং ধ্রুবক বিশিষ্ট একটি স্প্রিং কেটে সমান চার টুকরা করা হলে প্রতি টুকরা স্প্রিংয়ের স্প্রিং ধ্রুবক হবে-
(a) $\frac{k}{4}$ (b) $\frac{k}{2}$ (c) 2k (d) 4k
সমাধান: (d); $k \propto \frac{1}{L} \Rightarrow k' = 4k$

11. সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কণার সমীকরণ $4\frac{d^2x}{dt^2} + 100x = 0$, কণাটির কৌণিক কম্পাঙ্ক-
(a) $100\ rads^{-1}$ (b) $50 rads^{-1}$
(c) $25rads^{-1}$ (d) $5rads^{-1}$
সমাধান: (d); $\frac{d^2x}{dt^2} + 25x = 0 \Rightarrow \omega^2 = 25$
$\Rightarrow \omega = 5rads^{-1}$

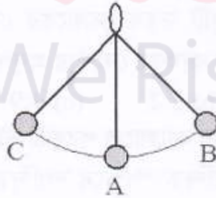
12. একটি সেকেন্ড দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য–
(a) 0.496m (b) 0.993m (c) 0.971m (d) 0.248m
সমাধান: (b); $L = \frac{T^2 \times g}{4\pi^2} = \frac{2^2 \times 9.8}{4\pi^2} = 0.993\ m$

13. সরল ছন্দিত গতির ক্ষেত্রে সর্বাধিক সরণ (বিস্তার) হলে– **[Ans: c]**
(i) বেগ শূন্য হবে (ii) ত্বরণ শূন্য হবে
(iii) ত্বরণ সর্বাধিক হবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

14. সরল ছন্দিত স্পন্দন গতির ক্ষেত্রে– **[Ans: c]**
(i) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ (ii) $T = \sqrt{\frac{g}{L}}$
(iii) $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

15. একটি সেকেন্ড দোলকের পরিবর্তিত দোলনকাল 2.01 সেকেন্ড হলে ত্রুটিপূর্ণ সেকেন্ড দোলক সম্পর্কে কোনটি সঠিক?
(a) দোলকটির ববের ব্যাসার্ধ কমে যায়
(b) দোলকটির ববের ব্যাসার্ধ বেড়ে যায়
(c) দোলকটির ববের তাপমাত্রা কমে যায়
(d) দোলকটির ববের তাপমাত্রা একই থাকে
সমাধান: (b); $T \propto \sqrt{L} \Rightarrow T \propto \sqrt{l + r}$

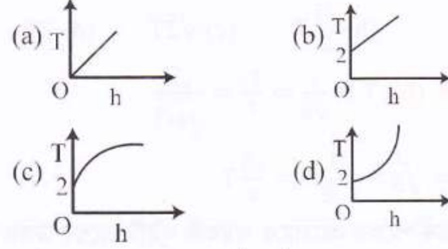
নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



16. C অবস্থানের ক্ষেত্রে- **[Ans: d]**
(a) বিভব শক্তি শূন্য (b) কার্যকরী বল শূন্য
(c) বেগ সর্বোচ্চ (d) ত্বরণ সর্বোচ্চ

17. দোলকটির 'A' অবস্থানের জন্য প্রযোজ্য– **[Ans: d]**
(i) গতিশক্তি সর্বোচ্চ (ii) বেগ সর্বোচ্চ
(iii) বিভব শক্তি সর্বনিম্ন
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

18. কোনো সেকেন্ড দোলক ঘড়ি ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উচ্চতার সাথে দোলক ঘড়িটির দোলনকালের লেখচিত্র কোনটি?



সমাধান: (b); $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$; উচ্চতার স্থানে g কমে বলে দোলনকাল বাড়ে।

19. সরল দোলন গতিসম্পন্ন কোনো কণার বিস্তার A। এর সরণ কত হলে মোট শক্তির অর্ধেক গতিশক্তি এবং অর্ধেক বিভব শক্তি হবে–
(a) $\frac{A}{3}$ (b) $\frac{A}{2}$ (c) $\frac{A}{\sqrt{2}}$ (d) $\frac{A}{2\sqrt{2}}$
সমাধান: (c); $E_k = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2) = \frac{1}{2}k\left(A^2 - \frac{A^2}{2}\right)$
$= \frac{1}{4}kA^2; E_p = \frac{1}{2}k \cdot \frac{A^2}{2} = \frac{1}{4}kA^2$

20. সরল ছন্দিত গতিতে রয়েছে এমন বস্তুর কম্পনের বিস্তার ও পর্যায়কাল দ্বিগুণ করা হলে এর সর্বোচ্চ বেগ–
(a) দ্বিগুণ হয় (b) অপরিবর্তিত থাকে
(c) এক চতুর্থাংশ হয় (d) চারগুণ হয়
সমাধান: (b); $v_{2max} = \omega_2 \times A_2 = \frac{2\pi}{T_2} \times A_2$
$= \frac{2\pi}{2T_1} \times 2A_1 = \frac{2\pi}{T_1} \times A_1 = v_{1max}$

21. একটি সরল দোলকের দৈর্ঘ্য L, ভর M এবং কম্পাঙ্ক f। এর কম্পাঙ্ক 2f করতে হলে–
(a) দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করে 4L করতে হবে
(b) দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করে 2L করতে হবে
(c) দৈর্ঘ্য হ্রাস করে $\frac{L}{2}$ করতে হবে
(d) দৈর্ঘ্য হ্রাস করে $\frac{L}{4}$ করতে হবে
সমাধান: (d); $f \propto \frac{1}{\sqrt{L}}$

22. কোনো দোলক ঘড়ি কয়লা খনির ভিতরে নিয়ে যাওয়ায় এর দোলনকাল দ্বিগুণ হয়। উক্ত স্থানে অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান ভূপৃষ্ঠের তুলনায় কত হবে?
(a) চারগুণ (b) দুইগুণ
(c) অর্ধেক (d) এক চতুর্থাংশ
সমাধান: (d); $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sqrt{g_2}}{\sqrt{g_1}}$
$\Rightarrow \frac{1}{2} = \sqrt{\frac{g_2}{g_1}} \Rightarrow \frac{g_2}{g_1} = \frac{1}{4}$

23. একটি স্থির লিফটের মধ্যে রাখা সরল দোলকের দোলনকাল T। যদি লিফটটি উপরের দিক $\frac{g}{3}$ ত্বরণ নিয়ে উঠে তবে দোলকটির দোলনকাল কত?

(a) $\frac{T}{\sqrt{2}}$ (b) $\frac{\sqrt{3}}{2}T$ (c) $\sqrt{2T}$ (d) 2T

সমাধান: (b); $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}} \Rightarrow \frac{T_1}{T} = \frac{\sqrt{g}}{\sqrt{g+\frac{g}{3}}}$

$\Rightarrow T_1 = \sqrt{g} \times \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{g}} T = \frac{\sqrt{3}}{2} T$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি 3.5 kg ভরের গোল লোহার বলকে তারের প্রান্তে আংটায় ঝুলিয়ে দোল দেয়া হল। দেখা গেল তা প্রতি সেকেন্ডে 3 বার স্পন্দিত হচ্ছে। কোনো এক মুহূর্তে বস্তুটির সরণ 5 cm। [বিস্তার A = 10 cm]

24. ঐ মুহূর্তে বস্তুটির বেগ কত?

(a) $2.498\ ms^{-1}$ (b) $1.63\ ms^{-1}$
(c) $5\ ms^{-1}$ (d) $3.91\ ms^{-1}$

সমাধান: (b); $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

$= 2\pi \times 3 \times \sqrt{0.1^2 - 0.05^2} = 1.63\ ms^{-1}$

25. উল্লিখিত সরণের জন্য বস্তুর ওপর ক্রিয়ারত বল কত?

(a) 12.436 N (b) 62.18 N
(c) 51 N (d) 34 N

সমাধান: (b); $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{1}{3} = 2\pi\sqrt{\frac{3.5}{k}}$

$\therefore k = 1243.57\ Nm^{-1}$

$F = kx = 1243.57 \times \frac{5}{100} = 62.18\ N$

26. একটি সেকেন্ড দোলককে নিকটবর্তী কোনো উত্তপ্ত স্থানে রাখা হল। ফলে এর দোলনকাল হবে–

(a) $T < 2s$ (b) $T = 2s$ (c) $T \geq 2s$ (d) $T > 2s$

সমাধান: (d); $T \propto \sqrt{L}$; তাপমাত্রা বাড়ালে দৈর্ঘ্য বাড়ে। ফলে দোলনকাল বাড়ে।

27. সরল ছন্দিত স্পন্দনে আন্দোলিত কোনো কণার বিস্তার A হলে এর বিভব শক্তি সর্বোচ্চ হবে যখন এর সরণ– [Ans: d]

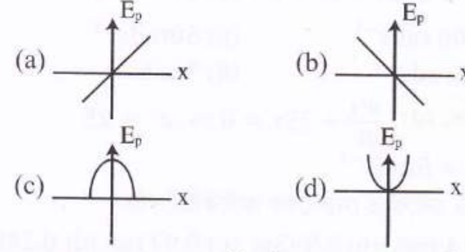
(a) 0 (b) $\frac{A}{2}$ (c) A (d) $\pm A$

28. একটি স্প্রিং এর এক প্রান্তে বস্তু ঝুলালে এটি 20cm প্রসারিত হয়। এটি একটু টেনে ছেড়ে দিলে পর্যায়কাল কত হবে?

(a) 1.25sec (b) 1.11sec
(c) 0.90sec (d) 0.55sec

সমাধান: (c); $T = 2\pi\sqrt{\frac{e}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.2}{9.8}} = 0.90sec$

29. সরল ছন্দিত কণার সরণের সাথে বিভব শক্তির সম্পর্ক কোনটি? [Ans: d]



30. যে সেকেন্ড দোলক ঘড়ি দিনে n সেকেন্ড ধীরে চলে তার দোলনকাল– [Ans: b]

(a) $T = \frac{2\times86400}{86400+n}$ (b) $T = \frac{2\times86400}{86400-n}$
(c) $T = \frac{86400+n}{2\times86400}$ (d) $T = \frac{86400-n}{2\times86400}$

31. সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কণার বেগ– [Ans: a]

(i) মধ্যবিন্দুতে সর্বোচ্চ (ii) সর্বোচ্চ সরণে শূন্য
(iii) সাম্যাবস্থায় সর্বনিম্ন

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

32. সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 2% বাড়ালে উক্ত দিনে কত সময় হারাবে?

(a) 24 sec (b) 48 sec (c) 430 sec (d) 851sec

সমাধান: (d); $T' = T \times \sqrt{\frac{L'}{L}} = 2 \times \sqrt{\frac{102}{100}}$

$= 2.0199s = \frac{2\times86400}{86400-x} \Rightarrow x = 851\ sec$

33. সরল ছন্দিত গতি সম্পন্ন কোনো কণার সরণ ও ত্বরণের দশা পার্থক্য কত? [Ans: d]

(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°

34. সরল ছন্দিত স্পন্দনশীল কণার সর্বোচ্চ অবস্থান ও সাম্যাবস্থার মধ্যে দশা পার্থক্য- [Ans: b]

(a) $\frac{\pi}{4}$ (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) π (d) 2π

35. কোনো স্থানে দুটি সরল দোলকের দোলনকালের অনুপাত 2:3 হলে এদের কার্যকর দৈর্ঘ্যের অনুপাত হবে- [Ans: c]

(a) 2:3 (b) 3:2 (c) 4:9 (d) 9:4

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
কোনো সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দিত কণার বিস্তার 3cm এবং সর্বোচ্চ বেগ $6.24ms^{1}$ ।

36. কণাটির কৌণিক কম্পাঙ্ক কত $rads^{-1}$?

(a) 2 (b) 2.08 (c) 208 (d) 280

সমাধান: (c); $v = 6.24ms^{-1}$; $a = .03m$;

$\omega = \frac{v}{a} = 208\ rads^{-1}$

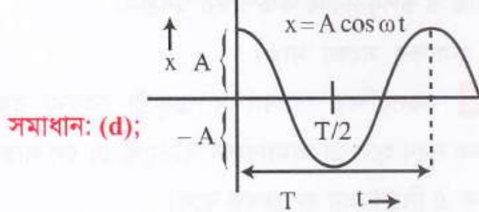
37. কণাটির পর্যায়কাল-

(a) 0.03sec (b) 0.30sec (c) 3.00sec (d) 0.003sec

সমাধান: (a); $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{208} = 0.03\ sec$

38. সরল ছন্দিত বস্তুকণার সরণের সমীকরণ, $x = A\cos\omega t$ হলে–
(i) $t = 0$ সময়ে সরণ $x = 0$
(ii) $t = \frac{3T}{4}$ সময়ে সরণ $x = A$
(iii) $t = \frac{T}{2}$ সময়ে সরণ $x = -A$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) iii

সমাধান: (d);



39. সরল দোলন গতি সম্পন্ন কোনো কণার সর্বোচ্চ বেগ কত হবে?
(a) $V_{max} = \frac{\omega}{A}$ (b) $V_{max} = \frac{A}{\omega}$
(c) $V_{max} = \omega A$ (d) $V_{max} = \omega^2 A$
সমাধান: (c); $V = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$
$= \omega\sqrt{A^2 - 0^2} = \omega\sqrt{A^2} = \omega A$

40. সরল দোলকের ববের ভর বেশি হলে দোলনকাল কী হবে?
(a) বাড়বে (b) কমবে **[Ans: c]**
(c) অপরিবর্তিত থাকবে
(d) ভরের বর্গমূলের সমানুপাতিক

41. সেকেন্ড দোলকের এক সর্বোচ্চ অবস্থান হতে অন্য সর্বোচ্চ অবস্থায় যেতে কত সময়ের প্রয়োজন?
(a) 0.25s (b) 0.5s (c) 1s (d) 2s
সমাধান: (c); সেকেন্ড দোলকের দুটি সর্বোচ্চ উচ্চতায় গমনের মধ্যবর্তী সময় $= \frac{2}{2} = 1s$

42. সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার ত্বরণ কোন রাশির সমানুপাতিক?
(a) বল (b) পর্যায়কাল (c) সরণ (d) বেগ
সমাধান: (c); $a = -\omega^2 x$

43. কোনটি সরল ছন্দিত স্পন্দনের বৈশিষ্ট্য নয়? **[Ans: b]**
(a) পর্যায়বৃত্ত গতি (b) ঘূর্ণন গতি
(c) স্পন্দন গতি (d) সরলরৈখিক গতি

জ্ঞানমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. দশা কী? **[RB'22; BB'22]**
উত্তর: কম্পমান বস্তুর যেকোনো মুহূর্তে গতির অবস্থান ও দিক যা দ্বারা বুঝানো হয় তাকে দশা বলে।

02. সেকেন্ড দোলক কী? **[RB'22; MB'22; BB'17]**
উত্তর: যে দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড তাকে সেকেন্ড দোলন বলে।

03. কৌণিক কম্পাঙ্ক কাকে বলে? **[Ctg.B'22]**
উত্তর: সরলছন্দিত কোনো কণার একক সময়ে যে কৌণিক সরণ ঘটে তাকে কৌণিক কম্পাঙ্ক বলে।

04. সরল ছন্দিত গতি কাকে বলে? **[SB'22; JB'16; JB'15]**
উত্তর: স্পন্দনরত কোনো বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এর গতিপথ সরলরৈখিক এবং এর যেকোনো মুহূর্তের ত্বরণ, সাম্যাবস্থান হতে সরণের সমানুপাতিক কিন্তু বিপরীতমুখী, তবে ঐ বস্তুকণার গতিকে সরল ছন্দিত গতি বলে।
অর্থাৎ, $a \propto -x$।

05. পর্যায়কাল কাকে বলে? **[JB'22; Ctg.B'21; CB'21; DB'16]**
উত্তর: পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো কণা যে নির্দিষ্ট সময় পরপর কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট দিক দিয়ে অতিক্রম করে সেই সময়কে পর্যায়কাল বলে।

06. পর্যাবৃত্ত গতি কী? **[CB'22; JB'21, MB'21; SB'17; CB'17]**
উত্তর: কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি তার গতিপথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সেই গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।

07. স্প্রিং ধ্রুবক কাকে বলে? **[Din.B'22; RB'19; Ctg.B'19]**
উত্তর: স্প্রিং এর একক দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির জন্য প্রযুক্ত বলকেই স্প্রিং ধ্রুবক বলে।

08. সরল ছন্দিত স্পন্দন গতির সংজ্ঞা দাও। **[RB'21, Din.B'21; Ctg.B'16]**
উত্তর: কোনো দোলনরত কণার ত্বরণ সাম্যাবস্থা থেকে দূরত্বের সমানুপাতিক ও সবসময় সাম্যাবস্থায় অভিমুখী হলে ঐ কণার গতিকে সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি বলে।

09. কালিক পর্যায়ক্রম কী? **[BB'21]**
উত্তর: পর্যায়বৃত্তির পর্যায়কাল যদি একটি নির্দিষ্ট সময় সাপেক্ষে হয়, তবে তাকে কালিক পর্যায়ক্রম বলে।

10. সরলদোলক কাকে বলে? **[MB'21]**
উত্তর: সরল দোলন গতিসম্পন্ন বস্তুকে বলে সরল দোলক।

11. বিস্তার কী? **[DB'19]**
উত্তর: কোনো স্পন্দনরত বস্তুর সাম্যাবস্থান থেকে যেকোনো দিকে সর্বোচ্চ সরণকে বিস্তার বলে।

12. স্পন্দকের দশা কাকে বলে? **[RB'19]**
উত্তর: সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কোনো বস্তুর যে কোনো মুহূর্তের গতির অবস্থা (সরণ, বেগ, ত্বরণ) প্রকাশক রাশিকে এর দশা বলে।

CQ: সম্ভাব্য জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. সরল দোলকের ত্বরণের সূত্রটি লিখ।

উত্তর: বিস্তার 4° এর মধ্যে থাকলে নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট কোনো একটি সরল দোলকের দোলনকাল ঐ স্থানের অভিকর্ষীয় ত্বরণের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$ অর্থাৎ T বাড়লে g কমবে এবং T কমলে g বাড়বে।

02. দশা কী?

উত্তর: যা দ্বারা কোনো সময়ে কোনো কণার গতির সম্যক অবস্থা সম্পর্কে ধারণা লাভ করা যায় তাকেই দশা বলে।

03. কার্যকরী দৈর্ঘ্য কাকে বলে?

উত্তর: ঝুলন বিন্দু হতে ববের ভরকেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্বকে কার্যকরী দৈর্ঘ্য বলে।

04. ইপক কাকে বলে?

উত্তর: ইপক হচ্ছে এমন এক মুহূর্ত যা সময়ের সাথে পরিবর্তনশীল জ্যোতির্বিজ্ঞানীয় কোনো পরিমাপের সাথে সম্পর্কিত। যেমন একটি জ্যোতির্বিজ্ঞানীয় বস্তুর মহাকাশীয় স্থানাঙ্ক ও উপবৃত্তাকার কক্ষপথের অবস্থান।

05. বল ধ্রুবকের সংজ্ঞা দাও।

উত্তর: সরলছন্দিত স্পন্দন সম্পন্নকারী কোনো বস্তুকণার একক সরণ হলে তা সাম্যাবস্থান অভিমুখী যে বল লাভ করে, তাকে ঐ সিস্টেমের বল ধ্রুবক বলে।

অনুধাবনমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. সরল দোলগতি পর্যাবৃত্তগতি; কিন্তু পর্যাবৃত্তগতি সরল দোলগতি নয়– ব্যাখ্যা কর। **[DB'22]**

উত্তর: কোনো বস্তুর গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে তবে তার গতি পর্যায়বৃত্ত। আবার, পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তুর ত্বরণ যদি এর সরণের সমানুপাতিক হয় তবে ত্বরণ সর্বদা সাম্যবিন্দু অভিমুখী হয়, এক্ষেত্রে ঐ বস্তুর গতি হলো দোলনগতি। সুতরাং, সরল দোলনগতি হলে এটি অবশ্যই পর্যায়বৃত্ত গতি। কিন্তু পর্যায়বৃত্ত গতি হলেই কণার ত্বরণ সরণের সমানুপাতিক ও সাম্যবিন্দুমুখী নাও হতে পারে। তাই সব পর্যায়বৃত্ত গতি সরল দোলনগতি নয়।

02. দোলককে পৃথিবীর কেন্দ্রে নিলে দোলনকালের কী পরিবর্তন ঘটবে? **[JB'22; JB'17]**

উত্তর: দোলককে পৃথিবীর কেন্দ্রে নিলে এর দোলনকাল অসীম হবে। আমরা জানি, পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ হলো শূন্য।

তাই $g = 0$ হলে, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{0}} = \infty$। অর্থাৎ, দোলককে দোলনকাল অসীম হবে।

03. একটি ফাঁপা গোলক পিন্ডকে তরল দ্বারা অর্ধপূর্ণ করলে এর পর্যায়কালের উপর কী প্রভাব পড়বে? ব্যাখ্যা কর। **[Ctg.B'22; RB'17]**

উত্তর: সরলদোলকের ২য় সূত্রানুসারে, সরল দোলকের দোলনকাল তার কার্যকরী দৈর্ঘ্যের বর্গমূলের সমানুপাতিক। একটি ফাঁপা গোলককে তরল দ্বারা অর্ধপূর্ণ করলে এর ভরকেন্দ্র কিছুটা নিচে নেমে যায়। ফলে কার্যকরী দৈর্ঘ্য কিছুটা বৃদ্ধি পায়। দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাওয়ার কারণে দোলনকালও বাড়বে। অর্থাৎ, পর্যায়কাল বৃদ্ধি পাবে।

04. সরল দোল গতি সম্পন্ন কণা যখন সর্বোচ্চ বেগপ্রাপ্ত হয়, তখন ত্বরণ হয় সর্বনিম্ন– ব্যাখ্যা কর। **[SB'22]**

উত্তর: সরলদোল গতি সম্পন্ন কণা যখন সর্বোচ্চ বেগ প্রাপ্ত হয় তখন ত্বরণ সর্বনিম্ন অর্থাৎ শূন্য হয়। সর্বোচ্চ বেগ হয় যখন $x = 0$ m তখন বেগ, $v_{max} = \omega A$ আর ত্বরণ, $a = -\omega^2 x = -\omega^2 \times 0 = 0$ অর্থাৎ $0\ ms^{-2}$ হয়।

05. শীতকালে দোলক ঘড়ির দোলনকাল কিরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর। **[SB'22; MB'22]**

উত্তর: শীতকালে ঘড়ির দোলনকাল কমে যায় ও ঘড়ি দ্রুত চলে। সরলদোলকের দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ শীতকালে দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য কমে যায়। আর $T \propto \sqrt{L}$ অর্থাৎ, দোলনকাল এর সাথে কার্যকর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক সম্পর্ক থাকায় দোলনকালও কমে যায়।

06. সরল ছন্দিত স্পন্দন বলতে কী বুঝ? [BB'22]

উত্তর: স্পন্দন গতির ক্ষেত্রে ত্বরণ পর্যায়বৃত্তভাবে মানে ও দিকে পরিবর্তিত হয়। স্পন্দন গতির ক্ষেত্রে ত্বরণ সরণের ওপর নির্ভর করে। ত্বরণ ও সরণের মানের মধ্যে সবচেয়ে সরল সম্পর্ক হতে পারে কোনো কণার ত্বরণ a, তার সরণ x এর সমানুপাতিক। এ জাতীয় সম্পর্ক যে স্পন্দন গতিতে বজায় থাকে তাকে বলা হয় সরল ছন্দিত স্পন্দন বা সরল দোলন গতি।

সুতরাং সরল ছন্দিত স্পন্দনের ক্ষেত্রে ত্বরণ a এবং সরণ x এর মধ্যে সম্পর্ক হলো, $a \propto -x$

বা, $a = -k'x$ ……… (i)

যেহেতু বল ত্বরণের সমানুপাতিক, সুতরাং সরল দোলন গতির ক্ষেত্রে আমরা বলতে পারি, বলও সরণের সমানুপাতিক,

অর্থাৎ, $f \propto -x$

বা, $F = -kx$ ……… (ii)

এ ধ্রুবক k কে বলা হয় বল ধ্রুবক।

07. একটি স্প্রিংয়ের স্প্রিং ধ্রুবক $2.5\ Nm^{-1}$ বলতে কী বুঝায়? [JB'22]

উত্তর: কোনো স্প্রিংয়ের একক দৈর্ঘ্য পরিমাণ সংকোচন বা প্রসারণ ঘটাতে যে পরিমাণ বল প্রয়োজন হয় তাকে স্প্রিং ধ্রুবক বলে। একটি স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক $2.5\ Nm^{-1}$ বলতে বুঝায় ঐ স্প্রিং এর মুক্তপ্রান্তের 1 m সরণ ঘটাতে স্প্রিং এর উপর 2.5 N বল প্রয়োগ করতে হয়।

08. কম্পনশীল সুরশলাকার বাহুর স্পন্দন একটি সরল ছন্দিত স্পন্দন — ব্যাখ্যা কর। [Din.B'22]

উত্তর: যখন কোনো স্পন্দন গতিসম্পন্ন কণার ত্বরণ, সাম্যাবস্থান থেকে এর সরণের সমানুপাতিক ও বিপরীতমুখী হয় তখন তার গতিকে সরল ছন্দিত স্পন্দন বলে। অর্থাৎ, সরল ছন্দিত স্পন্দন হওয়ার শর্ত, $a \propto -x$

$\Rightarrow a = -kx$

এখন সুরশলাকার দুটি বাহুতে আঘাত করলে সেটি সাম্যাবস্থান থেকে দুই দিকে কম্পিত হতে থাকে। যখন সেটি বিস্তারে পৌঁছায় তখন ত্বরণ সর্বোচ্চ এবং সাম্যবস্থানমুখী হয় আর ত্বরণ সর্বদা সরণের বিপরীতমুখী হয়। ত্বরণ সরণের বিপরীতমুখী হওয়ায় চিহ্ন ঋণাত্মক হয়েছে। তাই বলা যায়, কম্পনশীল সুরশলাকার বাহুর স্পন্দন একটি সরল ছন্দিত স্পন্দন।

09. খেলনা গাড়িতে স্প্রিং যুক্ত করার কারণ কী? [MB'22]

উত্তর: কোনো স্প্রিং এর সঞ্চিত বিভবশক্তি তার মুক্তপ্রান্তের সরণের বর্গের সমানুপাতিক। স্প্রিংযুক্ত খেলনাকে পিছন দিক টানলে স্প্রিং সঙ্কুচিত হয়ে বিভব শক্তি সঞ্চয় করে। এখন ছেড়ে দিলে স্প্রিংটি প্রসারিত হয় এবং এই সঞ্চিত বিভব শক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হয়ে খেলনাটিকে সামনের দিকে এগিয়ে নেয়। এজন্যই খেলনা গাড়িতে স্প্রিং যুক্ত করা হয়।

10. সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার বেগ শূন্য হলে উহার ত্বরণ কী শূন্য হবে? ব্যাখ্যা কর। [DB'21; Ctg.B'21]

সরল ছন্দিত স্পন্দন গতিতে গতিশীল কণার বেগ সর্বোচ্চ সরণে শূন্য হয় কিন্তু ঐ বিন্দুতে ত্বরণ সর্বোচ্চ হয়।

আমরা জানি, সরল ছন্দিত গতিতে বেগ, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

অর্থাৎ, $x = A$ হলে $v = 0$

কিন্তু ত্বরণ, $a = -\omega^2 x = -\omega^2 A$। অর্থাৎ ঐ ক্ষেত্রে ত্বরণ শূন্য নয়, বরং সর্বোচ্চ।

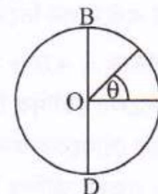
∴ সরল ছন্দিত গতিতে বেগ শূন্য হলেও ত্বরণ থাকতে পারে।

11. কালিক পর্যায়বৃত্তি ব্যাখ্যা কর। [RB'21]

উত্তর: কোনো রাশি বা ফাংশনের মান যদি এমন হয় যে নির্দিষ্ট সময় পরপর এটি একই মান প্রাপ্ত হয়, তবে তাকে কালিক পর্যাবৃত্তি বলে। কালিক পর্যায়বৃত্তি হলো সেই সকল ঘটনা যা একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর পুনরাবৃত্তি ঘটে। যেমন: ঘড়ির সেকেন্ড বা মিনিটের কাঁটা যথাক্রমে 60s বা 60 min পর পুনরাবৃত্তি ঘটে, পৃথিবী সূর্যের চারপাশে 365 দিনে একবার ঘুরে আসে ইত্যাদি।

12. সুষম বৃত্তাকার গতি কী সরল ছন্দিত গতি -ব্যাখ্যা কর। [SB'21; Din.B'17]

উত্তর: সুষম বৃত্তাকার গতি সরল ছন্দিত গতি। কারণ বৃত্তাকার গতি সরল ছন্দিত গতির শর্তসমূহ পূরণ করে।



O হচ্ছে সরল দোলন গতিসম্পন্ন কণার সাম্যাবস্থান এবং B ও D হচ্ছে প্রান্তীয় অবস্থান। উক্ত কণার সরণ ত্বরণের সমানুপাতিক এবং বিপরীতমুখী। তাই সুষম বৃত্তাকার গতি সরল দোলন গতি।

13. গ্রীষ্মকালে দোলক ঘড়ি ধীরে চলে–ব্যাখ্যা কর। [BB'21]

উত্তর: গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় ফলে সরল দোলকের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। দোলনকাল $T = 2\pi Lg$ অর্থাৎ $T \propto 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$। দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাওয়ায় দোলনকাল বেড়ে যায়। ফলে দোলক ঘড়ি ধীরে চলে অর্থাৎ স্লো হয়ে যায়।

14. পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য কি বিভিন্ন হতে পারে? ব্যাখ্যা কর। [JB'21]

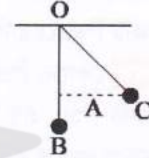
উত্তর: সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল 2s। এখন, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \sqrt{\frac{L}{g}} = \pi \Rightarrow L = g\pi^2$

পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে g এর মান বিভিন্ন হলে, সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য বিভিন্ন হতে পারে।

15. সাম্যাবস্থান হতে সরণের পরিবর্তনে একটি ববের বেগ কীভাবে পরিবর্তিত হয়? ব্যাখ্যা কর। [CB'21]

উত্তর: ববের বেগ $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

সাম্যাবস্থায় ববের বেগ, $v_0 = \omega\sqrt{A^2 - 0^2} = \omega A$



অর্থাৎ সাম্যাবস্থায় ববের বেগ থাকে সর্বোচ্চ। সাম্যাবস্থান থেকে যত সরণ হতে থাকে ববের বেগ তত কম থাকে।

সর্বোচ্চ অবস্থান, $v_A = \omega\sqrt{A^2 - A^2} = 0$

অর্থাৎ, সর্বোচ্চ অবস্থানে বেগ $= 0$। আবার যখন বিস্তার সর্বোচ্চ অবস্থান হতে সাম্যাবস্থায় আসতে থাকে তখন বেগ বাড়তে থাকে এবং সাম্যাবস্থায় বেগ হয় $v_{max} = \omega A$।

16. $x = A\sin(wt + \delta)$ সমীকরণ ব্যাখ্যা কর। [Din.B'21]

উত্তর: $x = A\sin(\omega t + \delta)$; যেখানে,

x = সরলদোলন গতিসম্পন্ন কণার সরণ

A = কণার বিস্তার

ω = সরল দোলন গতিসম্পন্ন কণার কৌণিক বেগ

t = সময়

δ = আদি দশা অর্থাৎ $t = 0s$ সময়ে দশা কোণ

17. গিটারের তারের গতি পর্যায়বৃত্ত গতি - ব্যাখ্যা কর। [MB'21]

উত্তর: কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি তার গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সেই গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে। গিটারের তারের গতির ক্ষেত্রেও তারটি নির্দিষ্ট সময় পরপর নির্দিষ্ট বিন্দু একই দিক থেকে অতিক্রম করে। তাই গিটারের তারের গতি পর্যায়বৃত্ত গতি।

18. কক্ষপথে পৃথিবীর গতি সরলদোলন গতি- ব্যাখ্যা কর। [MB'21]

উত্তর: কক্ষপথে পৃথিবীর গতি পর্যায়বৃত্ত গতি কিন্তু সরলদোলন গতি নয়। কোনো দোলনরত কণার ত্বরণ সাম্যাবস্থান থেকে এর দূরত্বের সমানুপাতিক এবং সব সময় সাম্যাবস্থান অভিমুখী হলে ওই কণার গতিকে সরল ছন্দিত গতি বলে। কিন্তু কক্ষপথে পৃথিবীর গতি সাম্যাবস্থান থেকে সরণের সমানুপাতিক এবং বিপরীতমুখী নয়। তাই এই গতি সরলদোলন গতি নয়।

19. দোলনরত একটি সরল দোলক সাম্যাবস্থায় এসে থেমে যায় না কেন? ব্যাখ্যা কর। [RB'19]

উত্তর: দোলনরত একটি দোলকের সাম্যাবস্থায় গতিশক্তি বিদ্যমান থাকে। তাই এটি থেমে যায় না।

সরল দোলকের সাম্যাবস্থায় বেগ সর্বোচ্চ। সর্বোচ্চ বেগ থাকায় গতিশক্তিও সর্বোচ্চ। তাই এটি তার গতিজড়তার কারণে সাম্যাবস্থান হতে আরো উপরে উঠে। অর্থাৎ, থেমে যায় না।

20. একটি দোলক ঘড়ির দোলনকাল 2.5s হলে এটি সঠিক সময় দিবে কি? ব্যাখ্যা কর। [RB'19]

উত্তর: একটি ঘড়ির দোলনকাল 2.5s হলে অর্ধদোলনকাল = 1.25s

সারাদিনে অর্ধদোলন দিবে $= \frac{86400}{1.25} = 69120s = \frac{69120}{3600}$ hr $= 19.2$ hr

এটি সারাদিনে = 4.8hr সময় হারাবে। ফলে সঠিক সময় দিবে না।

21. সরল দোলকের কৌণিক বিস্তার 4° এর মধ্যে রাখা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [SB'19]

উত্তর: সরল দোলকের অন্যতম শর্ত হচ্ছে এর গতিপথ সরলরৈখিক হবে। বিস্তার 4° এর তুলনায় বেশি হলে তার গতিপথ সরলরৈখিক থাকে না। এজন্য কৌণিক বিস্তার 4° এর মধ্যে রাখা হয়।

22. খেলনা গাড়িতে স্প্রিং লাগিয়ে টেনে ছেড়ে দিলে গাড়িটি সামনের দিকে অগ্রসর হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [JB'19]

উত্তর: খেলনা গাড়িতে স্প্রিং লাগিয়ে টেনে ছেড়ে দিলে সামনের দিকে অগ্রসর হয় স্প্রিং বলের কারণে।
স্প্রিংকে টানলে তা প্রসারিত হয় এবং তার মাঝে $F = kx$ বল সঞ্চিত হয়। এ বল পরবর্তীতে সে ঐ বলটি গাড়ির উপর প্রয়োগ করে ও গাড়িটি অগ্রসর হয়।

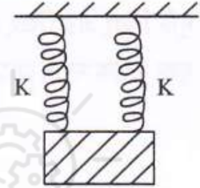
23. সরল দোল গতির সর্বোচ্চ অবস্থানে ত্বরণ সর্বোচ্চ কি না? ব্যাখ্যা কর। [Din.B'19]

উত্তর: সরল দোল গতির সর্বোচ্চ অবস্থানে ত্বরণ সর্বোচ্চ হয়। সরল দোলকের ববের ক্ষেত্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর দুটি উপাংশ থাকে। এর মধ্যে $g\cos\theta$ উপাংশটি সুতার টানের কারণে নিষ্ক্রিয় হয়ে যাবে। ফলে ববের উপর শুধু $g\sin\theta$ উপাংশ কার্যকর থাকে। ববটি যখন সর্বোচ্চ অবস্থানে থাকে তখন θ সর্বোচ্চ হওয়ায় $g\sin\theta$ এর সর্বোচ্চ মান পাওয়া যায়। এভাবে সর্বোচ্চ অবস্থানে ত্বরণ সর্বোচ্চ হয়।

বিকল্প: সরল দোলন গতিতে সর্বোচ্চ স্থানে ত্বরণ সর্বোচ্চ হয়।
আমরা জানি, সরল দোলন গতির জন্য, সরণ, $y = A\sin(\omega t + \delta)$
অন্তরীকরণ করে পাই বেগ, $v = \omega A\cos(\omega t + \delta)$ এবং ত্বরণ $a = -\omega^2 A\sin(\omega t + \delta)$
$(\omega t + \delta)$ হল এখানে দশা নির্দেশক রাশি। এই মান সর্বোচ্চ হয়, যখন ববটি সর্বোচ্চ স্থানে থাকে।
তাই তখন ত্বরণ, $a = -\omega^2 A$ হয়, যা ত্বরণের সর্বোচ্চ মান।

24. একই স্প্রিং ধ্রুবকবিশিষ্ট দুটি স্প্রিংকে সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করলে সমবায়ের স্প্রিং ধ্রুবক পরিবর্তন হবে কি না? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B'17]

উত্তর: ব্লকটিকে x পরিমাণ সরানো হলে, এর উপর ক্রিয়ারত প্রত্যয়নী বল, $F = -kx - kx \Rightarrow F = -2kx$
এখন, $F = -k'x$ এর সাথে তুলনা করে পাই, $k' = 2k$
অর্থাৎ, সমান্তরাল সমবায়ে, স্প্রিং ধ্রুবক দ্বিগুণ হয়ে যাবে।

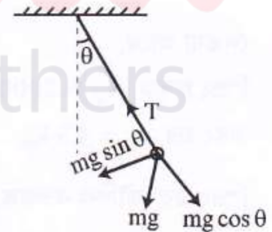


25. পর্যায়বৃত্ত গতিতে আদি দশা কোণ কেন ধ্রুব থাকে? ব্যাখ্যা কর। [SB'17]

উত্তর: আদি দশা বলতে $t = 0$ সময়ে বস্তু কোন দশায় ছিল তা নির্দেশ করে। এই দশা সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয় না। এটি শুধু নির্ভর করে কোন সময় থেকে পর্যাবৃত্ত গতির হিসাব করা হচ্ছে। একবার $t = 0$ সময় নির্বাচন করা হয়ে গেলে আদি দশা সুনির্দিষ্ট হয়ে যায়। তাই পর্যাবৃত্ত গতির আদি দশা কোণ ধ্রুবক।

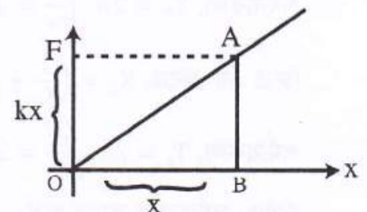
26. দোলকের গতি মাত্রই সরলছন্দিত গতি নয়- ব্যাখ্যা কর। [BB'17]

উত্তর: কেবল স্বল্প বিস্তারে (4° বার তার কম) দোলকের গতি সরলছন্দিত গতি। এর বেশি বিস্তারে দুলতে দিলে তা আর সরলছন্দিত গতি থাকে না।
প্রত্যয়নী বল, $F = -mg\sin\theta$
কেবল $\theta \le 4°$ হলেই, $F = -mg\theta \Rightarrow F \propto -\theta$ লিখা সম্ভব। $\theta > 4°$ হলে, তা আর সরলছন্দিত গতি থাকে না।



27. বল-সরণ গ্রাফ হতে স্প্রিং সম্প্রসারণে কৃতকাজের পরিমাণ পাওয়া যায়-ব্যাখ্যা কর। [CB'17]

উত্তর: স্প্রিং সম্প্রসারণে প্রয়োগকৃত বল সরণের সমানুপাতিক।
∴ $F \propto x$ অতএব, বল vs সরণ গ্রাফটি হবে একটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা।
∴ কাজ, W = x − অক্ষের সাথে সরলরেখার ক্ষেত্রফল
$= \Delta OAB$ এর ক্ষেত্রফল
$= \frac{1}{2} \times x \times kx = \frac{1}{2} kx^2$
∴ বল-সরণ গ্রাফ হতে কৃতকাজ পাওয়া যায়।



◆ CQ: সম্ভাব্য অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. **দোলক ঘড়ি স্থানের উপর নির্ভরশীল কেন?**

উত্তর: দোলকের দোলনকাল অভিকর্ষজ ত্বরণের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। মাটির নিচে এবং উঁচু পাহাড়ে g এর মান কম। তাই উঁচু পাহাড়ে বা মাটির নিচে দোলকের দোলনকাল বেশী হয়। এর অর্থ ঘড়ি ধীরে চলে। বিষুব অঞ্চলে g এর মান কম এবং মেরু অঞ্চলে g এর মান বেশী। অতএব দোলক ঘড়িকে বিষুব অঞ্চল থেকে মেরু অঞ্চলে নিয়ে গেলে ঘড়িটি দ্রুত চলে। তাই দোলক ঘড়ি স্থান নির্ভরশীল।

02. **সমবেগে চলমান লিফ্ট এ সরল দোলকের দোলনকালের কীরূপ পরিবর্তন হবে?**

উত্তর: সমবেগে চলমান লিফট এ সরল দোলক এর দোলনকাল এর কোনো পরিবর্তন হবে না। কারণ সমবেগে চলমান যেকোনো কিছুর জন্যই ত্বরণের মান 0 থাকে। অর্থাৎ বাহ্যিক কোনো বল বা ত্বরণ প্রয়োগ হয় না। ফলে পৃথিবী পৃষ্ঠের মতোই দোলনকাল থাকবে।

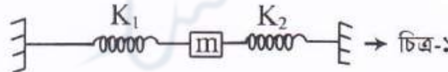
03. **পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো কণার কম্পাঙ্ক এবং এর বল ধ্রুবকের সাথে সম্পর্ক কীরূপ?**

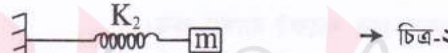
উত্তর: আমরা জানি, $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$। অর্থাৎ, $\omega \propto \sqrt{k}$ দেখা যাচ্ছে পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো কণার কম্পাঙ্ক বলধ্রুবকের বর্গমূলের সমানুপাতিক অর্থাৎ, বলধ্রুবক বৃদ্ধি পেলে কম্পাঙ্ক বৃদ্ধি পাবে এবং কম হলে কমাঙ্ক কমবে।

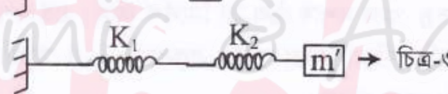
প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. **দুটি স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক $K_1 = 1000\ Nm^{-1}$ এবং $K_2 = 2000\ Nm^{-1}$. $m = 4.5\ kg$ ও m' ভরের দুটি বস্তু চিত্র অনুসারে যুক্ত থেকে মসৃণ মেঝেতে দুলতে সক্ষম।** [DB'22]







(গ) উদ্দীপকের ২নং-চিত্রে স্প্রিং এর কৌণিক কম্পাঙ্ক কত হবে? ৩

(ঘ) $m' = 1\ kg$ হলে উদ্দীপকের ১নং ও ৩নং চিত্রের স্প্রিংগুলোর পর্যায়কাল সমান হবে– বক্তব্যটি যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে,

স্প্রিং ধ্রুবক, $K_2 = 2000\ Nm^{-1}$

এবং ভর, $m = 4.5\ kg$

স্প্রিং এর কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega_2 = \sqrt{\frac{K_2}{m}} = \sqrt{\frac{2000}{4.5}} = 21.08\ rads^{-1}$

ঘ. চিত্রে ১ম ক্ষেত্রে, $K_P = K_1 + K_2 = 1000 + 2000 = 3000\ Nm^{-1}$

পর্যায়কাল, $T_P = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_P}} = 2\pi\sqrt{\frac{4.5}{3000}} = 0.2433\ s$

চিত্রে ৩য় ক্ষেত্রে, $K_s = \left(\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{1000} + \frac{1}{2000}\right)^{-1} = 666.67\ Nm^{-1}$

পর্যায়কাল, $T_s = 2\pi\sqrt{\frac{m'}{K_S}} = 2\pi\sqrt{\frac{1}{666.67}} = 0.2433\ s \therefore T_P = T_s$

অর্থাৎ, পর্যায়কাল সমান হবে।

02. দুইটি সেকেন্ড দোলকের ববের ভর যথাক্রমে **80 gm** ও **110 gm** । রায়হান ও পাভেল পৃথকভাবে দোলক দুটিকে **12 cm** বিস্তারে দুলতে দিল। রায়হান মন্তব্য করল তার দোলকটি বেশি শক্তি অর্জন করবে। [RB'22]

(গ) সাম্যাবস্থান হতে **10 cm** দূরে পাভেলের দোলকটির বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে রায়হানের মন্তব্যের সঠিকতা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. দোলকের দোলনকাল, $T = 2s$

দোলকের কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{T} = 3.1416\ rads^{-1}$

দোলকের বিস্তার হলো, $A = 12\ cm = 0.12\ m$

সাম্যাবস্থান হতে দূরত্ব, $x = 10\ cm = 0.1m$

পাভেলের দোলকের রৈখিক বেগ হলো, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2} = 3.1416\sqrt{(0.12)^2 - (0.1)^2} = 0.2084\ ms^{-1}$(Ans.)

ঘ. উভয় দোলকের দোলনকাল, $T = 2s$

$\therefore$ উভয় দোলকের কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{T} = 3.1416\ rads^{-1}$

পাভেলের দোলকের ভর, $m_1 = 110\ gm = 0.11\ kg$

রায়হানের দোলকের ভর, $m_2 = 80\ gm = 0.08\ kg$

পাভেলের ক্ষেত্রে, $\omega^2 = \frac{k_1}{m_1} \Rightarrow k_1 = \omega^2 m_1 = 1.08566\ rad\ kgs^{-2}$

রায়হানের ক্ষেত্রে, $k_2 = \omega^2 m_2 = 0.78957\ rad\ kgs^{-2}$

পাভেলের দোলকের গতিশক্তি, $E_P = \frac{1}{2}k_1A^2 = \frac{1}{2} \times 1.08566 \times (0.12)^2 = 7.82 \times 10^{-3}J$

রায়হানের দোলকের গতিশক্তি, $E_R = \frac{1}{2}k_2A^2 = \frac{1}{2} \times 0.78957 \times (0.12)^2 = 5.68 \times 10^{-3}J$

$\therefore E_P > E_R$। অর্থাৎ, রায়হানের মন্তব্যটি সঠিক নয়।

03. একটি সেকেন্ড দোলক ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। দোলকটিকে একবার ভূ-পৃষ্ঠ হতে **100 km** গভীরে একটি বিন্দু **A**-তে নেওয়া হলো, আবার ভূ-পৃষ্ঠ হতে **100 km** উপরে একটি বিন্দু **B**-তে নেওয়া হলো। দোলনকাল পর্যবেক্ষণ করে দেখা গেল উভয় স্থানেই দোলক ঘড়িটি ধীরে চলে। [পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6.4 \times 10^6\ m$; ভূ-পৃষ্ঠে $g = 9.8\ ms^{-2}$] [Ctg.B'22]

(গ) উদ্দীপকের দোলকটির সুতার দৈর্ঘ্য **99 cm** হলে এর ববের ব্যাসার্ধ কত? ৩

(ঘ) **A** ও **B** বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে কোন বিন্দুতে দোলক ঘড়িটি অধিকতর ধীরে চলবে? তা দোলনকাল নির্ণয়পূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. এখানে $T = 2s, l = 99\ cm = 0.99\ m$

আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \times \frac{L}{g} \Rightarrow L = \frac{gT^2}{4\pi^2} \Rightarrow l + r = \frac{9.8\times2^2}{4\times(3.1416)^2}$

$r = 0.99294 - 0.99 = 0.00294 \approx 0.003\ m$

সুতরাং ববের ব্যাসার্ধ $= 0.003\ m$

ঘ. আমরা জানি, দোলকের পর্যায়কাল অভিকর্ষজ ত্বরণের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

অর্থাৎ, $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}}$ ……… (i)

আবার, ভূ-পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায়, $\frac{g_1}{g_2} = \left(\frac{R+h}{R}\right)^2 \Rightarrow \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \frac{R+h}{R}$ ……… (ii)

এবং ভূ-পৃষ্ঠ হতে h গভীরতায়, $\frac{g_1}{g_2} = \frac{R}{R-h} \Rightarrow \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \sqrt{\frac{R}{R-h}}$ ……… (iii)

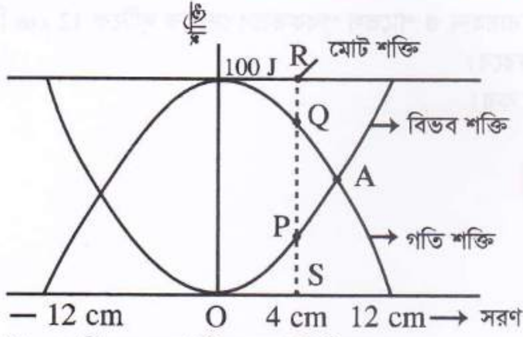
(i) ও (ii) হতে, $\frac{T_2}{T_1} = \frac{R+h}{R}$

$\therefore$ 100 km উচ্চতায় পর্যায়কাল T' হলে, $T' = \frac{6.4\times10^6+100\times10^3}{6.4\times10^6} \times 2 = 2.03125\ s$

আবার, (i) ও (iii) হতে, $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{R}{R-h}}$; 100 km গভীরতায় পর্যায়কাল, $T'' = \sqrt{\frac{6.4\times10^6}{6.4\times10^6-100\times10^3}} \times 2 = 2.0158\ s$

যেহেতু $T'' < T'$, সেহেতু B বিন্দুতে দোলকটি অধিকতর ধীরে চলবে।

04. নিচের উদ্দীপকে একটি সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার শক্তি বনাম সরণের লেখচিত্র দেওয়া হল: [SB'22]



(গ) A বিন্দুতে কণাটির সরণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত তথ্যমতে, P, Q এবং R বিন্দুতে শক্তির নিত্যতা সূত্রটি প্রযোজ্য কিনা—তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. 'A' বিন্দুতে গতিশক্তি আর বিভবশক্তি সমান অর্থাৎ, $E_k = E_p$

তাহলে $\frac{1}{2}m\omega^2x^2 = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - x^2)$ [A বিন্দু হলো x cm দূরে]

$\Rightarrow 2x^2 = A^2 \Rightarrow x = \pm\frac{A}{\sqrt{2}}$ বা, $x = \frac{A}{\sqrt{2}}$ (শুধু (+)নিয়ে)

আবার, সর্বোচ্চ সরণ $A = 12$ cm

$x = \frac{12}{\sqrt{2}} = 6\sqrt{2}$ cm

A বিন্দুতে কণার সরণ $6\sqrt{2}$ cm

ঘ. প্রথমে, $E_T = 100\ J = \frac{1}{2}kA^2$ [A = 12 cm = 0.12 m]

$\Rightarrow k = 13888.88\ Nm^{-1}$

P বিন্দুতে স্থিতিশক্তি, $E_P = \frac{1}{2}kx^2$ [P বিন্দুতে x = 0.01 m]

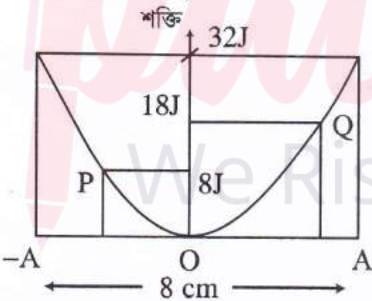
$= \frac{1}{2} \times 13888.88 \times (0.04)^2 = 11.111\ J$

Q বিন্দুতে গতিশক্তি, $E_Q = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2) = \frac{1}{2} \times 13888.88 \times (0.12^2 - 0.04^2) = 88.883\ J$

4 cm সরণ অবস্থানে মোট শক্তি, $E_T = E_P + E_Q = 11.111 + 88.883 = 99.994J \approx 100\ J = E_R$

$\therefore$ P, Q এবং R বিন্দুতে শক্তির নিত্যতা সূত্রটি প্রযোজ্য।

05. একটি আদর্শ স্প্রিং এর শক্তির পরিবর্তন লেখচিত্রে দেখানো হলো: [BB'22]



(গ) স্প্রিংটির স্প্রিং ধ্রুবক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) P এবং Q বিন্দুতে স্প্রিংটির বেগের মানের তুলনা কর। ৪

উত্তর

গ. উদ্দীপকের লেখচিত্রটি একটি আদর্শ স্প্রিংয়ের সরণের সাপেক্ষে বিভবশক্তির পরিমাণ নির্দেশ করে। কারণ সর্বোচ্চ সরণে বিভবশক্তি সর্বোচ্চ। স্প্রিংটির বিস্তার, $A = \frac{8}{2} = 4cm = 4 \times 10^{-2}$ m

সর্বোচ্চ অবস্থানে বিভবশক্তি = 32 J

এখন, $\frac{1}{2}kA^2 = 32 \Rightarrow k = \frac{32\times2}{(4\times10^{-2})^2} = 4 \times 10^4\ Nm^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ. উদ্দীপকের লেখচিত্রটি একটি আদর্শ স্প্রিংয়ের সরণের সাপেক্ষে বিভবশক্তির পরিমাণ নির্দেশ করে। কারণ সর্বোচ্চ সরণে বিভবশক্তি সর্বোচ্চ।

P বিন্দুতে, বিভবশক্তি = 8J

$\therefore$ গতিশক্তি $= (32-8)\text{J} = 24\text{ J} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_p^2 = 24 \Rightarrow v_p^2 = \frac{24\times2}{m} \therefore v_p = \sqrt{\frac{48}{m}}$

Q বিন্দুতে, বিভবশক্তি = 18 J

$\therefore$ গতিশক্তি $= (32-18)\text{J} = 14\text{ J} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_Q^2 = 14 \Rightarrow v_Q^2 = \frac{14\times2}{m} \therefore v_Q = \sqrt{\frac{28}{m}}$

$\therefore$ P এবং Q বিন্দুতে স্প্রিংটির বেগের অনুপাত, $\frac{v_P}{v_Q} = \frac{\sqrt{\frac{48}{m}}}{\sqrt{\frac{28}{m}}} = \sqrt{\frac{48}{28}} = \frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{7}} = 2\sqrt{3} : \sqrt{7}$

06. একটি সেকেন্ড দোলককে পাহাড়ের পাদদেশ থেকে চূড়ায় নিয়ে যাওয়া হলে দিনে **50 sec** সময় হারায়। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ **6400 km**, অভিকর্ষজ ত্বরণ **9.8 ms^{-2}**। **[JB'22]**

(গ) উদ্দীপকের পাহাড়ের চূড়ায় সরলদোলকের দোলনকাল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কী কৌশল অবলম্বন করলে উদ্দীপকের দোলকটি পাহাড়ের চূড়ায়ও সেকেন্ড দোলকের ন্যায় আচরণ করবে? গাণিতিক যুক্তিসহ উত্তর দাও। ৪

উত্তর

গ. সরলদোলকটি পাহাড়ের উচ্চতায় দিনে 50s সময় হারায়, তাহলে দোলনকাল হবে T′

এখন,

$\frac{T'}{T} = \frac{86400}{86400-50} \Rightarrow T' = \frac{86400\times T}{86400-50}$

$\Rightarrow T' = \frac{86400\times2}{86350} = 2.001158\text{ s}$

সুতরাং পাহাড়ের উচ্চতায় সুতার দোলনকাল হলো 2.001158 s

ঘ. সরল দোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য কিছুটা পরিবর্তন করলে তা পাহাড়ের চূড়ায়ও সঠিক সময় দিবে।

সেকেন্ড দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য হলো L

আমরা জানি,

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \times \frac{L}{g}$

$\Rightarrow L = \frac{T^2\times g}{4\pi^2} = 0.992943\text{ m}$

এখন, ধরি, পাহাড়ের চূড়ায় সঠিক সময় পেতে সেকেন্ড দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য হবে L′

তাহলে, $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{L}{L'}}$ (T′ সেকেন্ডে দৈর্ঘ্য L = 0.992943 m; ঐ সময় T = 2s করতে দৈর্ঘ্য L′)

$\Rightarrow \left(\frac{T'}{T}\right)^2 = \frac{L}{L'} \Rightarrow L' = \frac{L}{\left(\frac{T'}{T}\right)^2} = \frac{0.992943}{\left(\frac{2.001158}{2}\right)^2}$

$L' = 0.991794\text{ m}$

সুতরাং কার্যকর দৈর্ঘ্য কমাতে হবে, $\Delta L = \frac{L-L'}{L}\times100\%$

বা, $\Delta L = \frac{0.992943-0.991794}{0.992943}\times100\% = 0.1157\%$ তাহলে সঠিক সময় পাওয়া যাবে।

07. নাফিস পদার্থবিজ্ঞান পরীক্ষাগারে **550** ভরের একটি বস্তুকে একটি ঝুলন্ত সুতার একপ্রান্তে বেঁধে দোল দিয়ে দেখল যে, এটি **5** সেকেন্ডে **3** বার স্পন্দিত হচ্ছে। দোলনের কোনো এক সময় বস্তুটির সরণ **6 cm** এবং দোলনের বিস্তার **11 cm**। **[CB'22]**

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত সরণকালে বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উল্লিখিত সরণের জন্য বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল বল বস্তুর ওজন অপেক্ষা কম কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪



উত্তর

গ. দেওয়া আছে, 5 সেকেন্ডে বস্তুটি 3 বার স্পন্দিত হয়। তাহলে পর্যায়কাল, $T = \frac{5}{3}$ s

আর কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\frac{5}{3}} = \frac{6\pi}{5}$ $rads^{-1}$

বস্তুর বেগ, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

$= \frac{6\pi}{5}\sqrt{(0.11)^2 - (0.06)^2}$

সরণ, $x = 6cm = 0.06$ m

বিস্তার, $A = 11$ cm $= 0.11$ m

$\therefore v = 0.347$ ms^{-1} ∴ 6 cm সরণে বস্তুর বেগ 0.347 ms^{-1}

ঘ. 'গ' হতে, $\omega = \frac{6\pi}{5}$ $rads^{-1}$

উদ্দীপক হতে ভর, $m = 550$ gm $= 0.55$ kg

আর সরণ, $x = 0.06$m এবং $g = 9.8$ ms^{-2}

বস্তুর ওজন, $W = mg = (0.55 \times 9.8) = 5.39$ N

x সরণে ত্বরণ, $a = -\omega^2 x = -\left(\frac{6\pi}{5}\right)^2 \times (0.06) = -0.85$ ms^{-1}

বস্তুর ওপর ক্রিয়াশীল বল, $F = ma = 0.55 \times (-0.85) = -0.4675$N

∴ ঋণাত্মক চিহ্ন প্রত্যয়নী বল বুঝায়।

$|-0.4675| = 0.4675 \text{ N} < 5.39 \text{ N}$

∴ উল্লিখিত সরণের জন্য বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল বল বস্তুর ওজন অপেক্ষা কম।

08. ভূ-পৃষ্ঠে একটি সেকেন্ড দোলক সঠিক সময় দেয়। এটিকে একটি খনিগর্ভে নিয়ে গেলে দৈনিক **20 sec** ধীরে চলে। কিন্তু একটি পাহাড়ের শীর্ষে নিয়ে গেলে দৈনিক **1** মিনিট (এক মিনিট) ধীরে চলে। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ **6400 km**। **[Din.B'22]**

(গ) উদ্দীপকে দোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) খনির গভীরতা ও পাহাড়ের উচ্চতা গাণিতিকভাবে তুলনা কর। ৪

উত্তর

গ. উদ্দীপকের গোলকের

পর্যায়কাল, $T = 2s$

আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{9.8}} \Rightarrow \left(\frac{2}{2\pi}\right)^2 = \frac{l}{9.8}$; $l = \left(\frac{1}{\pi}\right)^2 \times 9.8 = 0.9929$ m **(Ans.)**

ঘ. গভীরতার জন্য, অভিকর্ষজ ত্বরণ g'

গভীরতা $= h_1$; h_1 গভীরতায় পর্যায়কাল $= T'$

$\frac{T'}{T} = \frac{86400}{86400-20} \Rightarrow T' = \frac{2\times86400}{86400-20} \Rightarrow T' = 2.00046307$ s

$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} \Rightarrow \left(\frac{T'}{T}\right)^2 = \frac{g}{g'} = \frac{1}{\left(1-\frac{h_1}{R}\right)} \Rightarrow \left(\frac{2.00046307}{2}\right)^2 = \frac{1}{1-\frac{h_1}{6.4\times10^6}} \Rightarrow 1 - \frac{h_1}{6.4\times10^6} = 0.99953 \Rightarrow h_1 = 2962.619$ m

h_2 উচ্চতার জন্য, অভিকর্ষজ ত্বরণ, g_h

উচ্চতা $= h_2$

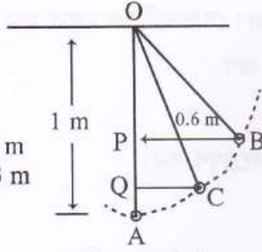
h_2 গভীরতায় পর্যায়কাল $= T_h$

$\frac{T_h}{T} = \frac{86400}{86400-60} \Rightarrow T_h = \frac{2\times86400}{86400-60} = 2.001389854$s

$\frac{T_h}{T} = \sqrt{\frac{g}{g_h}} \Rightarrow \left(\frac{T_h}{T}\right)^2 = \frac{g}{g_h} = \left(\frac{R+h}{R}\right)^2 = \left(1+\frac{h}{R}\right)^2 \Rightarrow \left(\frac{2.001389854}{2}\right)^2 = \left(1+\frac{h}{6.4\times10^6}\right)^2$

$\Rightarrow 1.000694927 = 1 + \frac{h}{6.4\times10^6} \Rightarrow h = 4447.53$ m

খনির গভীরতা 2962.61 m এবং পাহাড়ের উচ্চতা হলো 4447.533 m।

09. 

রাফিদ উপরের চিত্র অনুযায়ী একটি **0.2 kg** ভরের বস্তু দুলাচ্ছে। **[MB'22]**

(গ) A বিন্দুতে বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের বস্তুটি শক্তির সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কিনা – গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দাও। ৪

উত্তর

গ. চিত্রমতে, $BP = 0.6$ m; বস্তুর ভর, $m = 0.2$ kg

$OB = 1$ m

তাহলে, $OP = \sqrt{OB^2 - BP^2} = \sqrt{1^2 - (0.6)^2} = 0.8$ m

$AP = OA - OP = (1 - 0.8)\text{m} = 0.2$ m

ধরি, A বিন্দুতে বেগ v_A ms^{-1}

তাহলে, $\frac{1}{2}mv_A^2 = mg \times AP \Rightarrow v_A^2 = 2 \times g \times AP \Rightarrow v_A = \sqrt{2 \times g \times AP} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.2} = 1.98\ ms^{-1}$

ঘ. B বিন্দুতে: বস্তুর সমগ্র শক্তিই স্থিতিশক্তি।

তাহলে, শক্তি, $E_B = mg \times AP = 0.2 \times 9.8 \times 0.2 = 0.392$ J

C বিন্দুতে: বস্তুর গতিশক্তি ও স্থিতিশক্তি উভয়ই আছে।

স্থিতিশক্তি $= mg \times AQ = mg \times 0.046$
$= 0.2 \times 9.8 \times 0.046 = 0.09016$ J

$OQ = \sqrt{OC^2 - CQ^2} = \sqrt{1^2 - 0.3^2}$
$= 0.954$ m
$AQ = 0.046$ m

গতিশক্তি $= mg \times (AP - AQ) = mg \times PQ = 0.2 \times 9.8 \times (0.2 - 0.046) = 0.30184$ J

মোট শক্তি, E_c = স্থিতিশক্তি + গতিশক্তি $= (0.09016 + 0.30184)\text{J} = 0.392$J

A বিন্দুতে: সমগ্র শক্তিই গতিশক্তি

মোট শক্তি, $E_A = \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times 1.98^2 = 0.392\text{J} \therefore E_A = E_B = E_C$ অর্থাৎ,

উদ্দীপকের বস্তুটি শক্তির সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে।

10. একটি সেকেন্ড দোলক ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। শামীম দোলকটিকে একটি উপগ্রহে নিয়ে গেল, যার ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের $\frac{1}{4}$ গুণ এবং ভর পৃথিবীর ভরের $\frac{1}{50}$ গুণ। পৃথিবীর ভর $\mathbf{5.99 \times 10^{24}}$ **kg**। **[MB'22]**

(ঘ) 'দোলকটি উপগ্রহের পৃষ্ঠে পৃথিবীর তুলনায় ধীরে চলে' – গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উক্তিটির যথার্থতা যাচাই কর। ৪

উত্তর

ঘ. সেকেন্ডে দোলকের দোলনকাল, $T = 2$s

ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

উপগ্রহটির পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = \frac{GM'}{(R')^2} = \frac{G\frac{M}{50}}{\left(\frac{R}{4}\right)^2} = \frac{16}{50} \times \frac{GM}{R^2} = \frac{16}{50}g = \frac{16}{50} \times 9.8 = 3.136\ ms^{-2}$

আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

তাহলে, উপগ্রহে দোলকটির দোলনকাল T' হলে, $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{9.8}{3.136}} = 1.77$

বা, $T' = 1.77 \times 2 = 3.54$ s

যেহেতু, $T' > T$

∴ দোলকটি উপগ্রহের পৃষ্ঠে পৃথিবীর তুলনার ধীরে চলে।

11. পৃথিবী পৃষ্ঠে একটি সরল দোলকের সুতার দৈর্ঘ্য 99 cm এবং ববের ব্যাস 0.6 cm। দোলকটিকে মঙ্গল গ্রহে নিয়ে যাওয়া হল। মঙ্গল গ্রহের ভর পৃথিবীর ভরের 0.11 গুণ এবং ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের 0.532 গুণ। [DB'21]

(গ) পৃথিবী পৃষ্ঠে দোলকটির কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে দোলকটির কম্পাঙ্কের শতকরা পরিবর্তন গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. কার্যকর দৈর্ঘ্য, $L = l + r = 99\text{ cm} + \frac{0.6}{2}\text{cm} = 99.3\text{ cm} = 0.993\text{ m}$

$\therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.993\text{m}}{9.8\text{ms}^{-2}}} = 2.000052772\text{s} \therefore f = \frac{1}{T} = 0.4999868\text{ Hz}$

ঘ. 'গ' হতে পাই, কার্যকর দৈর্ঘ্য $L = 0.993\text{m}$

$\frac{g'}{g} = \frac{\frac{GM'}{(R')^2}}{\frac{GM}{R^2}} = \frac{M'}{M} \times \left(\frac{R}{R'}\right)^2 \Rightarrow g' = 0.11 \times \left(\frac{1}{0.532}\right)^2 g \therefore g' = 3.8089\text{ ms}^{-2}$

$\therefore$ মঙ্গলে, $T' = 2\pi\sqrt{\frac{0.993\text{m}}{3.8089\text{ ms}^{-2}}} = 3.21\text{s} \therefore f' = \frac{1}{T} = 0.3117\text{ Hz}$

$\therefore$ কম্পাঙ্কের শতকরা পরিবর্তন $= \frac{f-f'}{f} \times 100\% = 37.6574\%$

12. একটি সেকেন্ড দোলক ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। দোলকটিকে রাঙামাটির এক পাহাড়ের উপর নিয়ে গেলে 25 সেকেন্ড সময় হারায়। (ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8ms^{-2}) [RB'21]

(গ) পাহাড়টির উচ্চতা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) "পাহাড়টিতে দোলনকাল ভূ-পৃষ্ঠের ন্যায় পেতে হলে কী ব্যবস্থা গ্রহণ করবে"– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. পাহাড়ে দোলনকাল, $T' = 2 \times \frac{86400}{86400-25}\text{s} = 2.000578871\text{s}$

এখন, $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\left(\frac{R+h}{R}\right)^2} = 1 + \frac{h}{R} \Rightarrow h = \left(\frac{T'}{T} - 1\right) \times R = \left(\frac{2.000578871}{2} - 1\right) \times 6.4 \times 10^6\text{ m}$

$\therefore h = 1852.3878 =$ পাহাড়টির উচ্চতা

ঘ. 'গ' হতে পাই, $T' = 2.000578871\text{s}$ এবং ভূ-পৃষ্ঠে $T = 2\text{s}, g = 9.8\text{ ms}^{-2} \therefore 2\text{s} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{9.8\text{ ms}^{-2}}}$

$\therefore$ ভূপৃষ্ঠে কার্যকরী দৈর্ঘ্য, $L = \frac{9.8\text{m}}{\pi^2} = 0.99294\text{m}$

এখন, $T'' = T$ হতে হলে $\Rightarrow 2\pi\sqrt{\frac{L''}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{L''}{g'} = \frac{L}{g} \Rightarrow \frac{L''}{L} = \frac{g'}{g} = \left(\frac{T}{T'}\right)^2$

$\Rightarrow L'' = \left(\frac{2}{2.000578871}\right)^2 L = 0.99236564\text{ m}$

$\therefore$ দৈর্ঘ্য কমাতে হবে $= (L - L'') = 5.7454 \times 10^{-4}\text{ m} = 0.57454\text{ mm}$

13. নগণ্য ভরের 30 cm দীর্ঘ কোনো স্প্রিং এর এক প্রান্ত কোনো দৃঢ় অবলম্বনের সাথে আটকিয়ে অপর প্রান্তে 2kg ভর ঝুলালে স্প্রিংটির দৈর্ঘ্য 35 cm হয়। ভর সংযুক্ত থাকা অবস্থায় স্প্রিংটিকে টেনে দৈর্ঘ্য 39 cm করে ছেড়ে দেয়া হলো। একজন শিক্ষার্থী 2.24 sec ও 4.48 sec পর বেগ পরিমাপ করল। [Ctg.B'21]

(গ) স্প্রিংটির দোলনকাল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উভয়ক্ষেত্রে পরিমাপকৃত বেগ একই হবে কিনা? যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. 2kg ভর ঝুলানোর পর স্প্রিং এর দৈর্ঘ্য x পরিমাণ বেড়ে স্থির হলো।

এখানে, $x = (35 - 30)\text{ cm} = 5\text{ cm} = 0.05\text{m}$

এখন, ঐ অবস্থায় $\sum F = 0 \Rightarrow mg + (-kx) = 0 \Rightarrow mg = kx \Rightarrow k = \frac{2\times9.8}{0.05} = 392\text{ Nm}^{-1}$

$\therefore$ দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{2\text{kg}}{392\text{ Nm}^{-1}}} = 0.4488\text{s (Ans)}$

ঘ. বিস্তার, $A = (39\text{cm} - 35\text{cm}) = 4\text{ cm} = 0.04\text{m}$

এখন, স্প্রিংটি বিস্তার পর্যন্ত টেনে ছেড়ে দেওয়া হল এবং তখন $t = 0, x = A \therefore x = A\cos(\omega t)$

$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 14\text{ rads}^{-1} \therefore x = 0.04\cos(14t)\text{ m} \Rightarrow v = \frac{dx}{dt} = 14 \times 0.04\{-\sin(14t)\}\text{ ms}^{-1}$

$t = 2.24\text{s}$ এ $v = 0.0313\text{ ms}^{-1}$

$t = 4.48\text{s}$ এ $v = 0.0625072\text{ ms}^{-1}$

$\therefore$ পরিমাপকৃত বেগ একই হবে না।

14. একটি সেকেন্ড দোলক ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। একে চাঁদে নিয়ে গিয়ে দোলানো হলো। [পৃথিবীর ভর চাঁদের '81' গুণ এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ চাঁদের ব্যাসার্ধের '4' গুণ] **[SB'21]**

(ঘ) কী যান্ত্রিক ব্যবস্থা গ্রহণ করলে উদ্দীপকের দোলকটির দোলনকাল অপরিবর্তিত থাকবে- তার গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

উত্তর

ঘ. $\frac{g_m}{g_e} = \frac{M_m}{M_e} \times \left(\frac{R_e}{R_m}\right)^2 \Rightarrow \frac{g_m}{g_e} = \frac{1}{84} \times (4)^2 = \frac{16}{81}$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

দোলনকাল অপরিবর্তিত থাকলে, $\sqrt{\frac{L_e}{g_e}} = \sqrt{\frac{L_m}{g_m}} \Rightarrow \frac{L_e}{g_e} = \frac{L_m}{g_m} \Rightarrow L_m = \frac{g_m}{g_e} \times L_e \therefore L_m = \frac{16}{81} \times L_e = 0.1975\text{ L}_e$

অর্থাৎ, সেকেন্ড দোলকটির দৈর্ঘ্য পূর্বের দৈর্ঘ্যের 0.1975 গুণ অথবা 19.75% করতে হবে। অর্থাৎ, দৈর্ঘ্য কমাতে হবে 80.25%।

15. কোনো স্থানে 6 Nm^{-1} এবং 3 Nm^{-1} স্প্রিং ধ্রুবক বিশিষ্ট দুটি স্প্রিং শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত আছে। এ অবস্থায় এদের উপর 0.6 N বল প্রয়োগ করা হলো। উক্ত স্থানে অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান, $g = 9.8\text{ ms}^{-2}$। **[SB'21]**

(গ) প্রথম স্প্রিং কতটুকু প্রসারিত হবে নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের স্প্রিং দুটিকে শ্রেণি সমবায়ের পরিবর্তে সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করলে উভয় সমবায়ের মিলিত স্পন্দনের কম্পাঙ্ক এক না ভিন্ন হবে - গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. যেহেতু শ্রেণি সমবায়ে,

তাই $x_1 = \frac{F}{k_1}$

$x_1 = \frac{0.6\text{N}}{6\text{ Nm}^{-1}} = 0.1\text{ m}$

| $x_1 = ?$
| $F = 0.6\text{ N}$
| $k_1 = 6\text{ Nm}^{-1}$

$\therefore$ প্রথম স্প্রিং এ প্রসারণ $= 0.1\text{ m}$

ঘ. ১ম ক্ষেত্রে শ্রেণি সমবায়ে, মিলিত স্প্রিং ধ্রুবক, $k_s = \frac{k_1k_2}{k_1+k_2} = \frac{6\times3}{6+3} = 2\ Nm^{-1}$

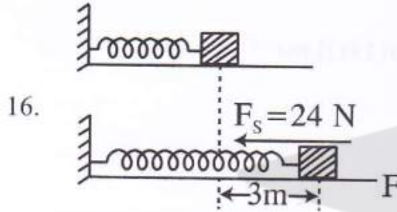
$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi}\omega \therefore f_s = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_s}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2}{m}} \cdots\cdots\cdots (i)$

সমান্তরাল সমবায়ে, $k_p = k_1 + k_2 = (6+3)Nm^{-1} = 9\ Nm^{-1}$

$\therefore f_p = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_p}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{9}{m}} \cdots\cdots\cdots (ii)$

$(i) \div (ii) \Rightarrow \frac{f_s}{f_p} = \sqrt{\frac{2}{9}} \Rightarrow f_s = 0.4714\ f_p$

∴ উভয় সমবায়ের মিলিত স্পন্দনের কম্পাঙ্ক সমান হবে না, ভিন্ন হবে।

16. 

নিচের চিত্রে অতি নগণ্য ভরের একটি স্প্রিংকে অনুভূমিক মসৃণ টেবিলের উপর রেখে এক প্রান্ত দৃঢ় অবলম্বনে আটকিয়ে অপর প্রান্তে 3.5 kg ভর যুক্ত করা হয়েছে। বস্তুটিকে সাম্যাবস্থান হতে 3m সরণ ঘটালে স্প্রিংটিতে 24N প্রত্যয়নী বল ক্রিয়া করে। [BB'21]

(গ) প্রসারিত অবস্থা হতে ছেড়ে দিলে স্প্রিংটি কত কম্পাঙ্কে স্পন্দিত হবে? ৩

(ঘ) স্প্রিং এ সংযুক্ত ভরের কীরূপ পরিবর্তন করলে স্প্রিংটি সেকেন্ড দোলকে পরিণত হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $x = 3m, F_s = 24N \therefore k = \frac{24}{3}\ Nm^{-1} = 8\ Nm^{-1}$

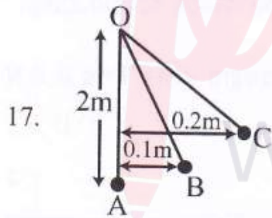
$k = m\omega^2 \Rightarrow 8 = 3.5 \times (2\pi f)^2 \Rightarrow f = 0.24062\ Hz$

ঘ. স্প্রিংটির পর্যায়কাল, $t = \frac{1}{f} = \frac{1}{0.24062}s = 4.15594s$

সেকেন্ড দোলক হতে হলে, পর্যায়কাল $T = 2s$

$T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{8}} \Rightarrow \frac{1}{\pi^2} = \frac{m}{8} \Rightarrow m = \frac{8}{\pi^2}kg = 0.811\ kg$

∴ ভর কমাতে হবে $= (3.5 - 0.811)\ kg = 2.689\ kg$ (**Ans.**)

17. 

চিত্রে C বিন্দু একটি সরল দোলকের সর্বাধিক সরণ নির্দেশ করছে। ববের ভর 20 gm। [JB'21]

(গ) দোলকটির দোলনকাল 2.8s হলে ঐ স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ কত? ৩

(ঘ) উদ্দীপকে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্র পালিত হয় কিনা B ও C অবস্থানের ভিত্তিতে গাণিতিকভাবে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ.

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow 2.8 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\Rightarrow \left(\frac{2.8}{2\pi}\right)^2 = \frac{2}{g} \Rightarrow g = 10.071\ ms^{-2}$

$L = 2m\ ; T = 2.8s$

ঘ. C অবস্থানে, $E_k = \frac{1}{2}m \times 0^2 = 0$

$E_p = mg \times AD = (0.02 \times 9.8 \times 0.010025)J$

$= 1.9649 \times 10^{-3}J$

$\therefore E_T = E_p + E_k = 1.9649 \times 10^{-3}J$

B অবস্থানে, $E_p = mg \times AE$

$= 0.02 \times 9.8 \times 2.5016 \times 10^{-3}\ J$

$= 4.9031 \times 10^{-4}\ J$

$m = 0.02\ kg$

$AD = AO - OD$

$= 2 - \sqrt{2^2 - 0.2^2} = 0.010025m$

$AE = 2 - \sqrt{2^2 - 0.1^2} = 2.5016 \times 10^{-3}m$

$DE = AD - AE = 7.5234 \times 10^{-3}m$

$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \times (2g \times DE) = mx \times DE = 0.02 \times 9.8 \times 7.5234 \times 10^{-3}\ J = 1.4746 \times 10^{-3}\ J$

$\therefore E_T = E_k + E_P = \{(1.4746 \times 10^{-3}) + (4.9031 \times 10^{-4})\}\ J = 1.9649 \times 10^{-3}\ J$

∴ যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্র পালিত হয়।

18. সাকিল একদিন একটি সেকেন্ড দোলককে **A** ও **B** নামক দুটি পাহাড়ের পাদদেশে নিয়ে গেলে সঠিক সময় পায়। কিন্তু সে লক্ষ করল **A** পাহাড়ের চূড়ায় গেলে দোলকটি ঘণ্টায় **30s** সময় হারায় এবং **B** পাহাড়ের চূড়ায় দোলকটির দোলনকাল পাওয়া যায় **2.0198s**। [পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6.4 \times 10^6 m$। পাহাড়দ্বয়ের পাদদেশে অর্থাৎ, ভূপৃষ্ঠে $g = 9.8\ ms^{-2}$] **[JB'21]**

(গ) উদ্দীপকের সেকেন্ড দোলকটির দৈর্ঘ্য কত? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্যের ভিত্তিতে উভয় পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয়পূর্বক মতামত দাও কোন পাহাড়টি বেশি উঁচু? ৪

উত্তর

গ. $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow L = \frac{g}{\pi^2} = \frac{9.8}{\pi^2}m \Rightarrow L = 0.99294\ m \therefore L = 0.999294\ m$

ঘ. এখানে, $R = 6.4 \times 10^6\ m$

B পাহাড়ে, $\frac{T_B}{T} = \frac{2.0198}{2} = 1 + \frac{h_B}{R} \Rightarrow h_B = 63360m$

A পাহাড়ে, $\frac{T_A}{T} = \frac{3600}{3600-30} = 1 + \frac{h_A}{R} \Rightarrow h_A = 53781.5126m$

$\therefore h_B > h_A$

∴ B পাহাড়ের উচ্চতা বেশি।

19. অত্যধিক ঠাণ্ডার কারণে **'P'** স্থানে একটি সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল এমনভাবে পরিবর্তিত হলো যে, ইহা দিনে **15** সেকেন্ড দ্রুত চলে। পরে এই দোলকটিকে একই তাপমাত্রার অপর একটি স্থানে **'N'** তে নেয়া হলো। **P** স্থানের চেয়ে **N** স্থানে অভিকর্ষীয় ত্বরণ 5% কম। [$g = 9.8\ ms^{-2}$] **[CB'21]**

(গ) **P** স্থানে সেকেন্ড দোলকটির পরিবর্তিত দোলনকাল হিসাব কর। ৩

(ঘ) দোলকটিকে **'N'** স্থানে সেকেন্ড দোলক হিসাবে ব্যবহারের জন্য কী পরিবর্তন করতে হবে? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

উত্তর

গ. P অবস্থানে পর্যায়কাল T_P হলে, $\frac{T_P}{T} = \frac{86400}{86400+15} \Rightarrow T_P = 0.99983 \times 2s \therefore T_P = 1.999653s$ (**Ans.**)

ঘ.

$\frac{T_N}{T_P} = \sqrt{\frac{g_P}{g_N}} \Rightarrow T_N = \sqrt{\frac{g_P}{0.95\ g_P}} \times 1.999653s = 2.0516005s$

$g_N = g_P - 0.05g_P = 0.95g_P$

এখন, সেকেন্ড দোলক হিসেবে ব্যবহার করতে চাইলে, $T = 2s \therefore \frac{T}{T_N} = \sqrt{\frac{l}{l_N}} \Rightarrow \frac{l}{l_N} = \left(\frac{2}{2.0516005}\right)^2 \Rightarrow l = 0.95033\ l_N$

∴ দৈর্ঘ্য কমাতে হবে $= \frac{(1-0.95033)\ l_N}{l_N} \times 100\% = 4.967\%$

20. সরল ছন্দিত স্পন্দনে স্পন্দনশীল **0.5kg** ভরের কণা সাম্যাবস্থান হতে **0.015m** টেনে ছেড়ে দিলে এটি **0.12m** বিস্তারে দুলে। এটির ব্যবকলনীয় সমীকরণ নিম্নরূপ: $\frac{d^2x}{dt^2} + 4\pi^2x = 0$ **[CB'21]**

(গ) কণার দশা ধ্রুবক বের কর। ৩

(ঘ) $t = 1.125$ সেকেন্ডে ও $t = 1.625$ সেকেন্ডে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা যাচাই কর। ৪

সমাধান:

গ.

$x = A\sin(\omega t + \delta) \Rightarrow 0.015 = 0.12\sin(0 + \delta)$

$\Rightarrow \delta = \sin^{-1}\frac{0.015}{0.12} \Rightarrow \delta = 7.181°$

$\delta = 0.1253$ রেডিয়ান

$\therefore$ দশা ধ্রুবক $\delta = 0.1253$ রেডিয়ান

$m = 0.5$ kg
$A = 0.12$m
$x = 0.015$m
$t = 0$s

ঘ.

$\frac{d^2x}{dt^2} + 4\pi^2x = 0 ; \frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2x = 0$

$\therefore \omega^2 = 4\pi^2 \Rightarrow \omega = 2\pi$ rads^{-1}

$A = 0.12\text{m} ; \omega = 2\pi$
$s = 0.1253$ rad ; $m = 0.5$ kg

$t = 1.125$s সময়ে $x = A\sin(\omega t + \delta) \Rightarrow x_1 = 0.12\sin(2\pi \times 1.125 + 0.1253) \Rightarrow x_1 = 0.0948$m

$\therefore E_P = \frac{1}{2}m\omega^2x_1^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times (2\pi)^2 \times (0.0948)^2 = 0.0887$J

$E_k = \frac{1}{2}\ m\omega^2(A^2 - x_1^2) = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 4\pi^2(0.12^2 - 0.0948^2) = 0.0534$J

$\therefore E_{T_1} = 0.1421$J

$t = 1.625$s এ $x = 0.12\sin(2\pi \times 1.165 + 0.1253) = -0.0948$m

$\therefore E_P = \frac{1}{2}\ m\omega^2x^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 4\pi^2 \times (-0.0948)^2 = 0.0887$J

$E_k = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 4\pi^2((0.12)^2 - (-0.0948)^2)\text{J} = 0.0534$J

$E = E_P + E_k = 0.1421$J

অর্থাৎ, $E_{T_1} = E_{T_2}$ [যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণশীলতা মেনে চলে]

21. একটি দোলক ঘড়ি পর্বতের পাদদেশে সঠিক সময় দেয় কিন্তু দোলকটি পর্বতের চূড়ায় উঠালে দুই ঘণ্টায় **8** সেকেন্ড সময় হারায়। পৃথিবীর ব্যাস **12800 km**। **[Din.B'21]**

(গ) উদ্দীপকের আলোকে পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) পর্বতের চূড়ায় সঠিক সময় পেতে হলে দোলক ঘড়িটির কার্যকরী দৈর্ঘ্য শতকরা কত পরিবর্তন করতে হবে? গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

উত্তর

গ.

$\frac{T'}{T} = \frac{3600\times2}{(3600\times2)-8} = 1 + \frac{h}{R}$

$\Rightarrow \frac{h}{R} = \frac{900}{899} - 1 \Rightarrow h = 7.11902$ km

$R = 6400$ km

ঘ. পর্বতের চূড়ায় দৈর্ঘ্য $= L'$

পর্বতের চূড়ায় সঠিক সময় দিলে, $\frac{L'}{L} = \frac{g'}{g} = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 \Rightarrow \frac{L'}{L} = \left(\frac{6400}{6400+7.11902}\right)^2 \Rightarrow L' = 0.997779L$

$\therefore$ দৈর্ঘ্য কমাতে হবে $= \frac{(1-0.997779)L}{L} \times 100\% = 0.222\%$



22. পৃথিবীর পৃষ্ঠে একটি সরলদোলকের সুতার দৈর্ঘ্য **80 cm** এবং ববের ব্যাস **4 cm**। সরলদোলকটি **100 m** বিস্তার নিয়ে স্পন্দিত হচ্ছে। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6.4×10^6 m এবং $g = 9.8$ ms^{-2}। **[MB'21]**

(গ) পৃথিবীর পৃষ্ঠে সরলদোলকের সর্বোচ্চ বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) সরলদোলকটিকে **10km** উচ্চতার পাহাড়ের চূড়ায় নিলে দোলনকালের কী পরিবর্তন হবে তা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ.

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{L}} = \sqrt{\frac{9.8}{0.82}} s^{-1}$$

$$v_{max} = \omega A = \sqrt{\frac{9.8}{0.82}} \times 100 \text{ ms}^{-1} = 345.7 \text{ ms}^{-1}$$

$L = (80 + 2)$cm
$= 0.82$ m
$A = 100$ m

ঘ. পৃথিবী পৃষ্ঠে দোলনকাল, $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.82}{9.8}} = 1.8175$ s

পাহাড়ের চূড়ায় দোলনকাল T_2 হলে, $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \frac{R+h}{R} \Rightarrow T_2 = \left(1 + \frac{10}{6400}\right) \times 1.8175$ s

$\therefore T_2 = 1.82034$ s

$\therefore$ দোলনকাল বৃদ্ধি পাবে $= (1.82034 - 1.8175)\text{s} = 2.84 \times 10^{-3}$ s

23. একটি স্প্রিংকে (ভর উপক্ষেণীয়) উলম্বভাবে ঝুলিয়ে এর নিচ প্রান্তে **300 gm** ভরের একটি বস্তুকে মুক্তভাবে ঝুলিয়ে দিলে এটি **4cm** প্রসারিত হয় এবং বস্তুটিকে একটু টেনে ছেড়ে দিলে **8 cm** বিস্তারে এটি স্পন্দিত হয়। [$g = 9.8$ ms^{-2}] **[MB'21]**

(গ) বস্তুটির ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের বস্তুটির ভর **500 gm** হলে স্প্রিংটির কম্পাঙ্কের পরিবর্তন গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ.

$mg = kl$

$\Rightarrow k = \frac{mg}{l} = \frac{0.3 \times 9.8}{0.04} \text{Nm}^{-1} = 73.5 \text{ Nm}^{-1}$

$k = m\omega^2 \Rightarrow \omega^2 = \frac{k}{m}$

এখানে,
$m = 0.3$
$l = 0.04$ m
$A = 0.08$ m

$\therefore a_{max} = \omega^2 x$ [মান দিয়ে]

$= \frac{k}{m}A = \frac{73.5}{0.3} \times 0.08 \text{ ms}^{-2} = 19.6 \text{ ms}^{-2}$

[বি.দ্র: প্রশ্নটি ত্রুটিপূর্ণ। যথেষ্ট তথ্য না থাকায় সর্বোচ্চ ত্বরণ নির্ণয় করা হয়েছে।]

ঘ. ভর 300 g থাকা অবস্থায়, কম্পাঙ্ক $f_1 = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m_1}}$

ভর 500 g হলে, $f_2 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m_2}}$

$\frac{f_2}{f_1} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \sqrt{\frac{0.3}{0.5}} \Rightarrow f_2 = 0.775 f_1$

$f_1 = \frac{1}{2\pi}\omega = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{73.5}{0.3}} = 2.5$ Hz

$\therefore f_2 = 0.775 \times 2.5$ Hz $= 1.931$ Hz

$\therefore$ কম্পাঙ্ক হ্রাস পাবে $= (2.5 - 1.931)$Hz $= 0.569$ Hz

24. রতন কলেজের গ্রীষ্মের ছুটি কাটাতে দাদার বাড়িতে বেড়াতে গিয়ে ধাতব পেন্ডুলামযুক্ত একটি দেয়াল ঘড়ি দেখতে পেল যার পেন্ডুলামটি **1s** সময়ে বাম দিক হতে ডান দিকে যায়। ঘড়িটিকে পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে গেলে দিনে **120 s** সময় হারাল। [পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6450$ km, $g = 9.8\ ms^{-2}$] **[DB'19]**

(গ) উদ্দীপকের আলোকে পাহাড়ের উচ্চতা কত? ৩

(ঘ) ঘড়িটিকে পাহাড়ের চূড়ায় নিয়ে যাওয়ার পরও দোলনকাল অপরিবর্তিত রাখতে কী ব্যবস্থা নিতে হবে-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. বাম থেকে ডানে যেতে 1 s সময় লাগে অর্থাৎ, এটি একটি সেকেন্ড দোলক যার পর্যায়কাল, $T = 2s$

$n = 120$ s (হারাবে)। পাহাড়ের চূড়ায় পর্যায়কাল, $T' = \frac{2 \times 86400}{86400-120}$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ এবং $T' = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g'}} \Rightarrow \frac{g'}{g} = \left(\frac{T}{T'}\right)^2 \Rightarrow \frac{R^2}{(R+h)^2} = \left(\frac{T}{T'}\right)^2 \Rightarrow 1 + \frac{h}{R} = \frac{T'}{T} = \frac{86400}{86400-120}$

$\Rightarrow h = 6450 \times \frac{1}{719}$ km $= 8.9707$ km। অর্থাৎ, পাহাড়ের উচ্চতা 8.9707 km

বিকল্প পদ্ধতি : $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_2}{g_1}} = \frac{R+h}{R} \Rightarrow 1 + \frac{h}{R} = \frac{86400}{86400-120} \therefore h = 8.9707$ km

ঘ. এখানে, $T' = \frac{2\times86400}{86400-120}$ s, $T = 2s$

$\frac{g}{g'} = \left(\frac{T'}{T}\right)^2 \Rightarrow \frac{9.8}{g'} = \left(\frac{86400}{86400-120}\right)^2 \Rightarrow g' = 9.7727967\ ms^{-1}$

আবার, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L'}{g'}} \Rightarrow L' = \frac{T^2g'}{4\pi^2} = 0.99018m$ এবং $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow L = \frac{T^2g}{4\pi^2} = 0.99294$ m

অর্থাৎ, $\Delta L = (0.99294 - 0.99018)m = 0.276$ cm। দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য অর্থাৎ, 0.276 cm কমাতে হবে।

25. ভূ-পৃষ্ঠে একটি সরল দোলকের দোলনকাল **2 sec** এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ $9.81\ ms^{-2}$। **8.85 km** উঁচু পাহাড়ের **(A)** নিকটবর্তী অপর একটি পাহাড় **B**-তে নিয়ে সরল দোলককে দোলালে তা এক ঘণ্টায় **1780** টি পূর্ণ দোলন সম্পন্ন করে। **[RB'19]**

(গ) সরল দোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য কত? ৩

(ঘ) **B** পাহাড়টির উচ্চতা **A** পাহাড়ের তুলনায় বেশি উঁচু কিনা- গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে,$T = 2s$; $g = 9.81\ ms^{-2}$

$\therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{T^2}{4\pi^2} \times g = L \therefore L = \frac{2^2}{4\times(3.1416)^2} \times 9.81 = 0.993956m$

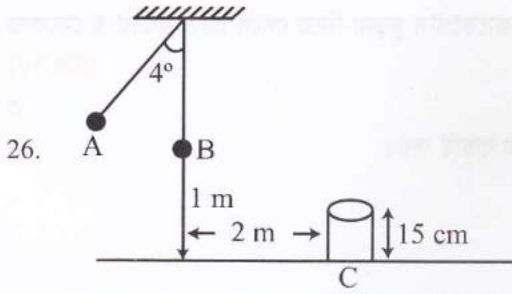
ঘ. $\therefore$ দোলনকাল $= \frac{\text{মোট সময়}}{\text{দোলন সংখ্যা}} = \frac{3600}{1780} = 2.02247191$ s $\therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$

ধরি, পাহাড়ের অভিকর্ষজ ত্বরণ $= g' \therefore g' = \frac{GM}{(R+h)^2}$; পাহাড়ে দোলনকাল, $T' = 2.02247191s$

$\therefore \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = \sqrt{\frac{GM}{R^2}} \times \sqrt{\frac{(R+h)^2}{GM}} = \frac{R+h}{R} \therefore \frac{T'}{T} = 1 + \frac{h}{R} \therefore h = \left(\frac{T'}{T} - 1\right) \times R$

$\therefore h = \left(\frac{2.02247191}{2} - 1\right) \times 6.4 \times 10^6 m = 71910.112m = 71.91km$

$\therefore$ B পাহাড়ের উচ্চতা = 71.91km। সুতরাং B পাহাড় A পাহাড়ের তুলনায় বেশি উঁচু।

26. 

1 cm ব্যাস ও **100 g** ভরবিশিষ্ট একটি বব দৃঢ় অবলম্বন হতে **99.5 cm** সুতা দিয়ে ভূমি হতে **1m** উচ্চতায় ঝুলানো হলো। ববটিকে টেনে **A** অবস্থান হতে ছেড়ে দেয়া হলো। ববের সাম্যাবস্থান হতে **2m** অনুভূমিক দূরত্বে ভূমিতে **C** অবস্থানে একটি ঝুড়ি রাখা আছে। **[RB'19]**

(গ) ববটির সর্বোচ্চ কৌণিক বেগ নির্ণয় কর। ৩

উত্তর

গ. আমরা জানি, সরলদোলকের সর্বোচ্চ বেগ সাম্যাবস্থান অতিক্রমের সময় হয়।

$\therefore mgh = \frac{1}{2}mv^2; h = l - l\cos4° = 2.43595 \times 10^{-3}m \left[l = \frac{0.01}{2} + \frac{99.5}{100} = 1m\right]$

$\therefore v_{max} = \sqrt{2gh} = 0.2185ms^{-1} \therefore \omega_{max} = \frac{v_{max}}{r} = \frac{v_{max}}{L} = \frac{0.2185}{1} = 0.2185\ rads^{-1}$ [r = L = কার্যকরী দৈর্ঘ্য]

27. কোনো স্থানে একটি সরল দোলকের দোলনকাল **1.8 sec**। উক্ত স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ **9.8 ms^{-2}** এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ **6400 km**। এরপর দোলকটিকে **712 km** উচ্চতাবিশিষ্ট একটি পাহাড়ের চূড়ায় নেয়া হলো। **[Ctg.B'19]**

(গ) উদ্দীপকের দোলকটির কার্যকরী দৈর্ঘ্য **80%** বৃদ্ধি করলে দোলনকাল কত হবে? নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের পাহাড়ের চূড়ায় দোলকটি সেকেন্ড দোলক হবে কি? গাণিতিক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. $T' = 2\pi\sqrt{\frac{L'}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1.8L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \times \sqrt{1.8} = 1.8 \times \sqrt{1.8} = 2.415s$

ঘ. পাহাড়ের চূড়ায় অভিকর্ষজ ত্বরণ g' হলে, $g' = \left(\frac{R}{R+h}\right)^2 g$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\left(1 + \frac{h}{R}\right) = 1.8 \times \left(1 + \frac{712}{6400}\right) = 2.00025s$

যা 2 s অপেক্ষা 0.00025s বেশি। তাই এটি সেকেন্ড দোলক হবে না।

28. একটি সেকেন্ড দোলক ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। একে পাহাড়ের ওপর নিয়ে গেলে তা প্রতিদিন **10 sec** সময় হারায়। [পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, **R = 6400 km** এবং ভূ-পৃষ্ঠের অভিকর্ষীয় ত্বরণ **g = 9.8 ms^{-2}**] **[SB'19]**

(গ) উদ্দীপকের পাহাড়ের উচ্চতা কত? ৩

(ঘ) কী যান্ত্রিক ব্যবস্থা গ্রহণ করলে পাহাড়ে দোলকটির দোলনকাল অপরিবর্তিত থাকবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি, $\frac{T_2}{T_1} = \frac{86400}{86400-10} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \frac{R+h}{R} \Rightarrow 1 + \frac{h}{R} = \frac{86400}{86390} \Rightarrow h = 740.83\ m$

$\therefore$ পাহাড়ের উচ্চতা 740.83 m.

ঘ. পাহাড়ে দোলনকাল অপরিবর্তিত রাখতে চাইলে দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য পরিবর্তন করতে হবে।

আমরা জানি, $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} = \frac{86400-10}{86400} \Rightarrow \frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{86390}{86400}\right)^2 \Rightarrow L_2 = 0.99977\ L_1$

$\therefore$ হ্রাস $= \frac{(1-0.99977)L_1}{L_1} \times 100\% = 0.023\%$ $\therefore$ কার্যকরী দৈর্ঘ্য $= 0.023\%$ কমালে দোলনকাল অপরিবর্তিত।

29. একটি সেকেন্ড দোলক ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। একে **9 km** উচ্চতায় এভারেস্টের চূড়ায় নিয়ে গেলে প্রতি ঘণ্টায় **5** সেকেন্ড সময় হারায়। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ **6400 km**। **[BB'19]**

(গ) এভারেস্টের চূড়ায় দোলকের দোলনকাল নির্ণয় কর। ৩

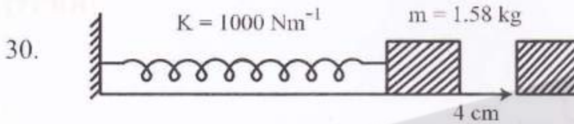
(ঘ) উদ্দীপকের তথ্যাবলি হতে এভারেস্টের উচ্চতা নির্ণয় করে তার সঠিকতা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. দোলনকাল, $T' = \frac{3600}{3600-5} \times 2 = 2.00278\ s$

ঘ. $\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}} = 1 + \frac{h}{R} \Rightarrow h = \left(\frac{T'}{T} - 1\right) R = \left(\frac{3600}{3600-5} - 1\right) \times 6.4 \times 10^6 = 8.9\ km$

এভারেস্টের উচ্চতা 8.9 km যা 9 km হতে কম।

30. 

[JB'19]

ঘর্ষণবিহীন অনুভূমিক তলে স্প্রিংটিকে **4 cm** প্রসারিত করে ছেড়ে দেয়া হলো।

(গ) সৃষ্ট কম্পনের কম্পাঙ্ক হিসাব কর। ৩

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, $k = 1000\ Nm^{-1}$; $m = 1.58\ kg$

আমরা জানি, $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow 2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1000}{1.58}} = 4\ Hz$ (প্রায়)।

31. $9.81\ ms^{-2}$ অভিকর্ষজ ত্বরণবিশিষ্ট কোনো স্থান হতে আবির একটি খনির গভীরে ও একটি পাহাড়ের চূড়ায় একটি সেকেন্ড দোলককে নিয়ে দেখলো, উভয় স্থানে দোলকটি ঘণ্টায় 30s ধীরে চলে। আবিরের বন্ধু জিসান বলল এই তথ্যাবলি হতে পাহাড়টির উচ্চতা নির্ণয় সম্ভব। [পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6.4 \times 10^6 m$] **[CB'19]**

(গ) খনির গভীরে দোলকটির দোলনকাল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) জিসানের উক্তির সঠিকতা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নির্ণয় কর। ৪

উত্তর

গ. খনির গভীরে 30 s হারায় (ঘণ্টায়) $\therefore \frac{T_2}{T_1} = \frac{3600}{3600-30} \Rightarrow T_2 = 2.017\ s$

ঘ. জিসানের উক্তিটি যথার্থ। নিচে পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় করে তা প্রমাণ করা হল :

$\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \left(\frac{R+h}{R}\right) = \frac{3600}{3600-30}$। এখন, $1 + \frac{h}{R} = 1.0084 \Rightarrow \frac{h}{R} = 0.0084 \Rightarrow h = 53760\ m$

অর্থাৎ, উচ্চতা নির্ণয় করার জন্য উপরের তথ্যাবলি যথেষ্ট ছিল।

32. দৃঢ় অবলম্বন হতে **1m** দৈর্ঘ্যের একই উপাদানের দুটি তারের প্রত্যেকটির মুক্তপ্রান্তে **0.05kg** ভর ঝুলানো হলো। তারগুলোর ব্যাস যথাক্রমে **2mm** ও **4mm** (ইয়ং এর গুণাঙ্ক $= 2 \times 10^{11} Nm^{-2}$)। **[All B'18]**

(ঘ) ভরসহ প্রত্যেকটি ঝুলানো তার সরল দোলকের ন্যায় আচরণ করলে কোনটি ধীরে চলবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

ঘ. পর্যায়কাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L+l}{g}}$; $T \propto \sqrt{L+l}$ । $d_1 = 2mm$; $d_2 = 4mm$

তখন, $Y = \frac{mgL}{\frac{1}{4}\pi d^2 l} \Rightarrow l = \frac{mgL}{\frac{1}{4}\pi d^2 Y}$

$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\sqrt{L+l_1}}{\sqrt{L+l_2}} = \frac{\sqrt{L+\frac{mgL}{\frac{1}{4}\pi d_1^2 Y}}}{\sqrt{L+\frac{mgL}{\frac{1}{4}\pi d_2^2 Y}}} = 1.000000292 \therefore T_1 > T_2\ \therefore$ ১ম টি ধীরে চলবে।

33. কোনো সুউচ্চ পাহাড়ে নিয়ে যাওয়ায় একটি সরলদোলক **10** ঘণ্টায় **11990** টি পূর্ণ দোলন সম্পন্ন করলো। কিন্তু ভূ-পৃষ্ঠে দোলকটি **3s**-এ একটি পূর্ণ দোলন সম্পন্ন করে। পৃথিবীর গড় ব্যাসার্ধ **6400 km** এবং সর্বোচ্চ শৃঙ্গ এভারেস্টের উচ্চতা **8.854 km**। [ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8ms^{-2}] **[DB'17]**

(গ) সরলদোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) পাহাড়টি এভারেস্টের তুলনায় কত উচু বা নিচু ছিল তা গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। 8

উত্তর

গ. দোলনকাল, $T = 3\text{ s}$; অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\text{ ms}^{-2}$ $\therefore$ কার্যকর দৈর্ঘ্য, L হলে, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow L = \frac{gT^2}{4\pi^2} = 2.234\text{m}$

ঘ. দেওয়া আছে, পৃথিবীপৃষ্ঠে দোলনকাল, $T = 3\text{sec}$

h উচ্চতায় দোলনকাল, $T' = \frac{10\times60\times60}{11990}\text{sec}$

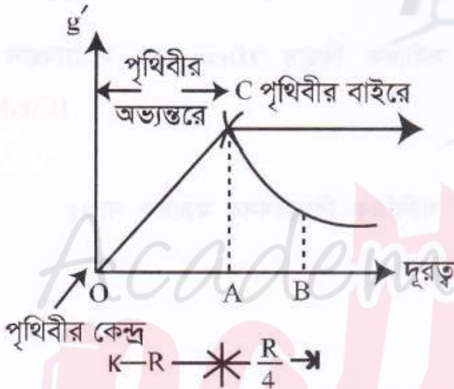
পৃথিবীপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\text{ ms}^{-2}$

ধরি, h উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ $= g'$ $\therefore \frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g}{g'}}$

আমরা জানি, $g' = \left(1+\frac{h}{R}\right)^{-2} g \Rightarrow \frac{g}{g'} = \left(1+\frac{h}{R}\right)^2 \Rightarrow \sqrt{\frac{g}{g'}} = 1+\frac{h}{R} \Rightarrow \frac{T'}{T} = 1+\frac{h}{R}$

$\Rightarrow h = \left(\frac{T'}{T}-1\right)R \Rightarrow h = \left(\frac{10\times60\times60}{11990\times3}-1\right)6400\text{ km}$ $\therefore h = 5.338\text{ km}$

$\therefore$ পাহাড়টি এভারেস্ট হতে $(8.854 - 5.338) = 3.516$ km নিচুতে অবস্থিত।

34. 

[DB'17]

উদ্দীপকে পৃথিবীর কেন্দ্র হতে দূরত্ব সাপেক্ষে অভিকর্ষজ ত্বরণের লেখচিত্র দেখানো হয়েছে। পৃথিবীর ভর $M = 6.0\times10^{24}\text{kg}$ এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6400\text{km}$।

(ঘ) একটি সেকেন্ড দোলককে **A** অবস্থান হতে **B** অবস্থানে নিলে সেকেন্ড দোলকটি দ্রুত না ধীরে চলবে তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উপস্থাপন কর। 8

উত্তর

ঘ. A অবস্থানটি হচ্ছে পৃথিবীপৃষ্ঠ এবং B অবস্থানটি হচ্ছে পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে $h = \frac{R}{4}$ উচ্চতায় একটি স্থান।

আমরা জানি, $g \propto \frac{1}{R^2}$

সুতরাং, A অবস্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ g_A; B অবস্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ g_B

$\frac{g_A}{g_B} = \left(\frac{R+\frac{R}{4}}{R}\right)^2 = \left\{\frac{R\left(1+\frac{1}{4}\right)}{R}\right\}^2 = \left(\frac{5}{4}\right)^2 = \frac{25}{16} \ldots\ldots\ldots (i)$

A অবস্থানে দোলকের পর্যায়কাল, $T_A = 2s$; B অবস্থানে দোলকের পর্যায়কাল $= T_B$

আমরা জানি, $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$ সুতরাং, $\frac{T_A}{T_B} = \sqrt{\frac{g_B}{g_A}} = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5} \Rightarrow T_B = \frac{5}{4}\times T_A = \frac{5}{4}\times 2 = 2.5\text{s}$

এখন, $T_B > T_A$ অর্থাৎ দোলকটি A অবস্থান থেকে B অবস্থানে নিলে ধীরে চলবে।

35. একদল শিক্ষার্থী পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবরেটরিতে **500g** ভরের একটি বস্তুকে তারের প্রান্তে আংটায় ঝুলিয়ে দোল দিল। তারা দেখল যে, এটি প্রতি সেকেন্ডে 5 বার স্পন্দিত হচ্ছে। বস্তুটির সরণ **5cm** এবং বিস্তার **10cm**। **[RB'17]**

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত সরণকালে বস্তুটির বেগ কত হবে? ৩

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত সরণের জন্য বস্তুটির উপর ক্রিয়ারত বল বস্তুটির ওজনের **10** গুণ হবে–গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. কম্পাঙ্ক, $f = 5$ Hz $\therefore$ কৌণিক কম্পাঙ্ক, $\omega = 2\pi f = 10\pi \text{ rads}^{-1}$; বিস্তার, $A = 10$ cm

$\therefore x = 5$ cm সরণে বেগ, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2} = 10\pi\sqrt{10^2 - 5^2} \text{ cms}^{-1} = 272.07 \text{ cms}^{-1} = 2.72\text{ms}^{-1}$

ঘ. কম্পাঙ্ক, $f = 5\text{Hz}$ $\therefore$ পর্যায়কাল, $T = \frac{1}{f} = 0.2$ sec; ভর, $m = 500\text{gm} = 0.5\text{kg}$

স্প্রিং ধ্রুবক $= k$ হলে, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow \frac{T^2}{4\pi^2} = \frac{m}{k} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = 493.48\text{Nm}^{-1}$

$\therefore$ সরণ, $x = 5\text{cm} = 0.05\text{m}$ হলে, প্রযুক্ত বল, $F = kx = 24.67\text{N}$

বস্তুর ওজন, $W = mg = 4.9\text{N}$ $\therefore \frac{F}{W} = \frac{24.67}{4.9} \approx 5$

$\therefore$ উদ্দীপকে উল্লেখিত সরণের জন্য বস্তুর উপর ক্রিয়ারত বল বস্তুর ওজনের 10 গুণ নয়, বরং 5 গুণ।

36. সরল ছন্দিত গতিতে গতিশীল একটি কণার ভর **100**। কণাটির সর্বাধিক বিস্তার **10cm** এবং সাম্যাবস্থান হতে সর্বাধিক বিস্তারের অবস্থানে পৌঁছাতে সময় লাগে **0.5** সে.। **[Ctg.B'17]**

(গ) উদ্দীপকের কণাটির **8 cm** সরণে বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) সাম্যাবস্থানে গতিশক্তি ও বিস্তার অবস্থানে স্থিতিশক্তি সমান কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. সাম্যাবস্থান হতে সর্বাধিক বিস্তারের অবস্থানে পৌঁছাতে সময়, $t = 0.5$ sec

$\therefore$ পর্যায়কাল, $T = 4t = 2\text{s}$; কণার ভর, $m = 100\text{gm} = 0.1\text{kg}$

বিস্তার, $A = 10$ cm; কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{T} = 3.1416 \text{ rads}^{-1}$

$\therefore x = 8\text{cm}$ সরণে বেগ, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2} = 3.1416 \times \sqrt{10^2 - 8^2} \text{ cms}^{-1} = 18.85 \text{ cms}^{-1}$

ঘ. 'গ' হতে, পর্যায়কাল, $T = 2\text{sec}$

কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{T} = \pi \text{ rads}^{-1}$

কণার ভর, $m = 100 \text{ gm} = 0.1 \text{ kg}$

বিস্তার, $A = 10\text{cm} = 0.1 \text{ m}$

$\therefore$ বিস্তারে স্থিতিশক্তি, $E_p = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$

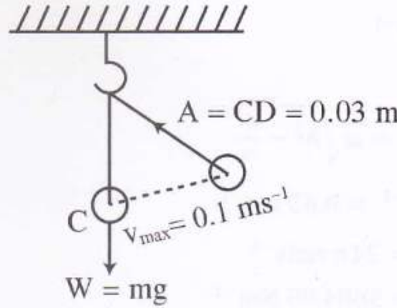
$= [(0.5 \times 0.1 \times (3.1416)^2 \times (0.1)^2] \text{ J} = 4.93 \times 10^{-3}\text{J}$

সাম্যাবস্থানে বেগ, $v = \omega\sqrt{A^2 - 0^2} = \omega A = 0.314 \text{ ms}^{-1}$

$\therefore$ সাম্যাবস্থানে গতিশক্তি, $E_K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times (0.314)^2\text{J} = 4.93 \times 10^{-3}\text{J}$

সুতরাং, সাম্যাবস্থানে গতিশক্তি = বিস্তারে স্থিতিশক্তি।

37. আদিবা পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে একটি সরল দোলক (চিত্রানুযায়ী) নিয়ে কাজ করছিল। সে একটি নির্দিষ্ট সরণে সাম্যাবস্থা থেকে সরল দোলকটির বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান পেল। **[SB'17]**



(গ) উদ্দীপকের সরল দোলকটির পর্যায়কাল কত? ৩

(ঘ) আদিবার পরীক্ষালব্ধ ফলাফল সমর্থনযোগ্য কিনা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

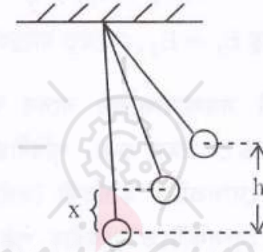
উত্তর

গ. সর্বোচ্চ বেগ, $v_{max} = 0.1\ ms^{-1}$; বিস্তার, $A = 0.03m$

∴ কৌণিক বেগ, ω হলে, $v_{max} = \omega A \Rightarrow \omega = \frac{v_{max}}{A} = 3.33\ rads^{-1}$

∴ পর্যায়কাল, $T = \frac{2\pi}{\omega} = 1.88\ sec$

ঘ. সাম্যাবস্থায় বেগ, $v = v_{max} = 0.1\ ms^{-1}$



গতির সূত্রমতে, $v^2 = u^2 + 2gh \Rightarrow h = \frac{v^2}{2g} = 5.1 \times 10^{-4}m$

মনে করি, x উচ্চতায় গতিশক্তি ও বিভবশক্তি সমান।

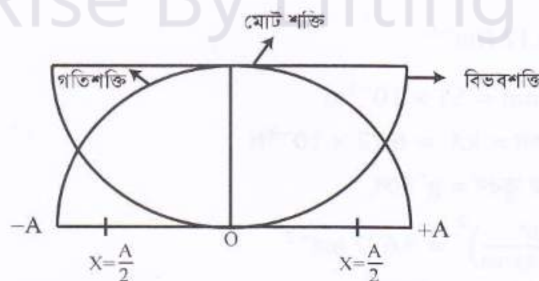
তাহলে, বেগ, v_x হলে, $v_x^2 = u^2 + 2g(h - x) \Rightarrow v_x^2 = 2g(h - x)$

∴ গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}m \cdot 2g(h - x) = mg(h - x)$ ও বিভবশক্তি, $E_p = mgx$

$E_k = E_p \Rightarrow mg(h - x) = mgx \Rightarrow x = \frac{h}{2} = 2.55 \times 10^{-4}m$

∴ সাম্যাবস্থান হতে $2.55 \times 10^{-4}m$ উঁচুতে বিভবশক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে। আদিবার পরীক্ষায় লব্ধ ফলাফল সমর্থনযোগ্য।

38. চিত্রে সরল ছন্দিত গতিতে স্পন্দনরত **1kg** ভরের বস্তুর শক্তি বনাম সরণ লেখচিত্র দেখানো হয়েছে। বস্তুর বিস্তার **0.01m** এবং কম্পাংক **12Hz**। **[BB'17]**



(গ) $x = \frac{A}{2}$ অবস্থানে বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) $x = \frac{A}{2}$ এবং $x = A$ অবস্থানের জন্য বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্র পালিত হবে কি? বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. কম্পাঙ্ক, $f = 12$ Hz

$\therefore$ কৌণিক বেগ, $\omega = 2\pi f = 24\pi \text{ rads}^{-1}$

বিস্তার, $A = 0.01$ m

সরণ, $x = \frac{A}{2}$ এ বেগ, $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2} = \omega\sqrt{A^2 - \frac{A^2}{4}}$

$= \frac{\sqrt{3}}{2}\omega A = \left(\frac{\sqrt{3}}{2} \times 24\pi \times 0.01\right) \text{ ms}^{-1} = 0.65 \text{ ms}^{-1}$

ঘ. বিস্তার, $A = 0.01$ m, কৌণিক বেগ, $\omega = 24\pi \text{ rads}^{-1}$

ভর, $m = 1$ kg, বল ধ্রুবক, $k = m\omega^2 = 5684.89 \text{ Nm}^{-1}$

সরণ, $x = \frac{A}{2}$ এ বেগ, $v_1 = 0.65 \text{ ms}^{-1}$ [(গ) হতে]

$\therefore$ গতিশক্তি, $E_{k_1} = \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times (0.65)^2 \text{J} = 0.21125$ J

ও বিভবশক্তি, $E_{p_1} = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 5684.89 \times \left(\frac{0.01}{2}\right)^2$ J $= 0.07106$ J

$\therefore$ মোটশক্তি, $E_1 = E_{k_1} + E_{p_1} = 0.28231$ J

সরণ, $x = A$ এ সকল শক্তিই বিভবশক্তি।

$\therefore$ মোট শক্তি, $E_2 = E_{p_2} = \frac{1}{2}kA^2 = \frac{1}{2} \times 5684.89 \times (0.01)^2 \text{J} = 0.2842 \text{ J} \approx 0.28231$ J

যেহেতু $E_1 = E_2$, সেহেতু যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতার সূত্র পালিত হয়।

39. একটি সরলদোলকের ববের ভর 1.2×10^{-2}kg।এটি 51mm বিস্তারে দুলছে। এটি 25 টি দোলন সম্পন্ন করতে 49.75 সে.সময় নেয়। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6.4×10^6m. [JB'17]

(গ) দোলকটির কার্যকরী দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) দোলকটিকে পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 53760m উচ্চতায় নিয়ে গেলে ববের সর্বোচ্চ সরণে ববের উপর প্রত্যয়নী বলের কীরূপ পরিবর্তন হবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. ভর, $m = 1.2 \times 10^{-2}$kg ; পর্যায়কাল, $T = \frac{49.75}{25}$ sec $= 1.99$sec ; কার্যকরী দৈর্ঘ্য, $L = ?$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow L = \frac{gT^2}{4\pi^2} = 0.983$ m

ঘ. ববের ভর, $m = 1.2 \times 10^{-2}$kg ; পর্যায়কাল, $T = \frac{49.75}{25}$s $= 1.99$s

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = 0.12 \text{ Nm}^{-1}$

$\therefore$ ভূ-পৃষ্ঠে সর্বোচ্চ সরণ, $A = 51$ mm $= 51 \times 10^{-3}$m

$\therefore$ ভূ-পৃষ্ঠে সর্বোচ্চ সরণে প্রত্যয়নী বল $= kA = 6.12 \times 10^{-3}$N

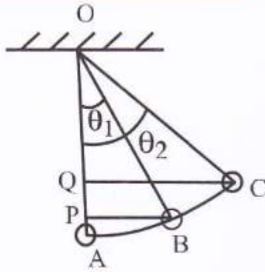
$h = 53760$ m উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ $= g'$ হলে,

$g' = g\left(\frac{R}{R+h}\right)^2 = 9.8\left(\frac{6.4\times10^6}{6.4\times10^6+53760}\right)^2 = 9.637 \text{ ms}^{-2}$

$\therefore$ পরিবর্তিত পর্যায়কাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g'}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.983}{9.637}}$s $= 2.007$ sec

পরিবর্তিত বল ধ্রুবক $= k'$ হলে, $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k'}} \Rightarrow k' = \frac{4\pi^2 m}{(T')^2} = \frac{4\times\pi^2\times1.2\times10^{-2}}{(2.007)^2} \text{ Nm}^{-1} = 0.1176 \text{ Nm}^{-1}$

$\therefore$ বিস্তারে প্রত্যয়নী বল, $F' = k'A = 6 \times 10^{-3}$N ; সুতরাং, উচ্চতায় নিলে প্রত্যয়নী বল কমবে।

40. 

[CB'17]

চিত্রে একটি সরল দোলক যার সুতার দৈর্ঘ্য 1.1m এবং ববের ব্যাসার্ধ 1.5 cm, ভর 60gm এবং OA সাম্যাবস্থান। চিত্রে $QC = 3cm$ এবং $PB = 2cm[g = 9.8\ ms^{-2}]$

(গ) সরল দোলকটির দোলনকাল হিসাব কর। ৩

(ঘ) সরল দোলকটির A, B ও C বিন্দুতে কার্যকর বলের মানের তুলনামূলক গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. সুতার দৈর্ঘ্য, $l = 1.1m$; ববের ব্যাসার্ধ, $r = 1.5\ cm = 0.015m$

$\therefore$ কার্যকরী দৈর্ঘ্য, $L = (1.1 + 0.015)m = 1.115m$

$\therefore$ দোলনকাল, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{1.115}{9.8}}\ sec = 2.12\ sec$

ঘ. ববের ভর, $m = 60\ gm = 0.06\ kg$

A বিন্দুতে কার্যকর বলের হিসাব:

এক্ষেত্রে, নিট বল, $F_A = mg - T$

কিন্তু, $T = mg \therefore F_A = 0$

B বিন্দুতে কার্যকর বলের হিসাব:

$PB = 2cm$

$OB = 1.1m = 110\ cm$

$\therefore \sin\theta_1 = \frac{PB}{OB} \Rightarrow \theta_1 = \sin^{-1}\left(\frac{2}{110}\right) = 1.04°$

$\therefore$ কার্যকর বল, $F_B = mg\sin\theta_1$

$= \left(0.06 \times 9.8 \times \frac{2}{110}\right)N = 0.01069\ N$

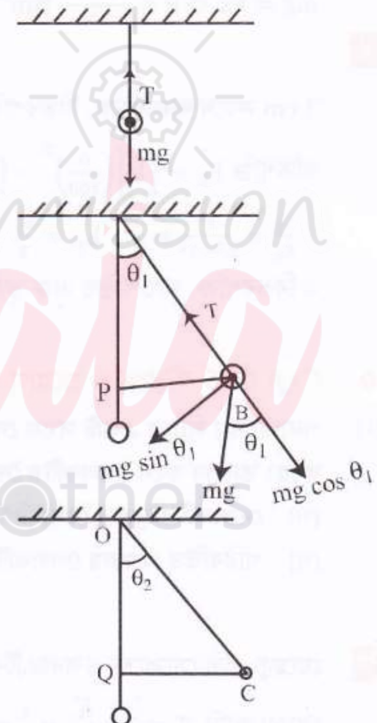
C বিন্দুতে কার্যকর বলের হিসাব:

$QC = 3cm$

$OC = 110cm \therefore \sin\theta_2 = \frac{QC}{OC} = \frac{3}{110} \Rightarrow \theta_2 = 1.5628°$

কার্যকর বল, $F_c = mg\sin\theta_2 = \left(0.06 \times 9.8 \times \frac{3}{110}\right)N = 0.016\ N$

অতএব, ক্ষুদ্রকোণে কার্যকর বল কোণের সাথে সরলরৈখিকভাবে বৃদ্ধি পায়।



41. A- স্থানে একটি সেকেন্ড দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য 1m এবং B- স্থানে 0.9m। দোলকে ব্যবহৃত ববের ব্যাসার্ধ 0.75cm। [Din.B'17]

(গ) A-দোলকটির ববের কৌণিক বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) A- হতে B তে কোনো বস্তু নিয়ে গেলে বস্তুটির ওজন বাড়বে না, কমবে? তোমার উত্তরের সপক্ষে গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

উত্তর

গ. সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল, $T = 2sec$

$\therefore$ কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{2\pi}{T} = \pi\ rads^{-1} = 3.14\ rads^{-1}$

ঘ. সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল, $T = 2sec$

$\therefore$ A স্থানে সেকেন্ড দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য,

$L_A = 1m$ ও B স্থানে সেকেন্ড দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য, $L_B = 0.9m$

মনে করি, A ও B স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ যথাক্রমে g_A ও g_B

$\therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{L_A}{g_A}} \Rightarrow g_A = \frac{4\pi^2 L_A}{T^2} = \frac{4\pi^2\times1}{2^2} ms^{-2} = 9.87\ ms^{-2}$ ও $g_B = \frac{4\pi^2 L_B}{T^2} = \frac{4\pi^2\times0.9}{2^2}\ ms^{-2} = 8.88\ ms^{-2}$

কোনো বস্তুর ওজন, $W = mg$, যেহেতু B স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ কম, সেহেতু A থেকে B তে নিয়ে গেলে বস্তুর ওজন কমবে।

42. একটি স্প্রিং এর এক প্রান্ত দৃঢ়ভাবে আটকিয়ে মুক্ত প্রান্তে **300g** ভরের একটি বস্তু যুক্ত করলে স্প্রিংটি **9cm** প্রসারিত হয়ে সাম্যাবস্থায় আসে। সাম্যাবস্থা হতে **6cm** টেনে ছেড়ে দিলে এটি দুলতে থাকে। $[g = 9.8ms^{-2}]$ **[Din.B'21]**

(গ) স্প্রিংটির স্প্রিং ধ্রুবক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) সাম্যাবস্থা হতে বস্তুটির সরণ যখন **3cm** হয় তখন এর বিভবশক্তি ও গতিশক্তির তুলনা কর। ৪

উত্তর

গ.

$mg = kx \Rightarrow k = \frac{0.3\times9.8}{0.09}\ Nm^{-1} = 32.667\ Nm^{-1}$ **(Ans)** | $m = 0.3\ kg\ ; x = 9\ cm = 0.09m$

ঘ.

3 cm সরণে থাকাকালে, বিভবশক্তি $E_p = \frac{1}{2}k\times\left(\frac{3}{100}\right)^2$ | $\left[E_p = \frac{1}{2}\ kx^2\right]$

গতিশক্তি $E_k = \frac{1}{2}k\left\{\left(\frac{6}{100}\right)^2 - \left(\frac{3}{100}\right)^2\right\}$ | $\left[E_k = \frac{1}{2}k(A^2 - x^2)\right]$

$\therefore \frac{E_p}{E_k} = \frac{3^2}{6^2-3^2} = \frac{1}{3} \therefore E_p = \frac{E_k}{3}$ | $A = \frac{6}{100}m$

$\therefore$ বিভবশক্তি, গতিশক্তির এক-তৃতীয়াংশ। | $x = \frac{3}{100}m$

CQ: বোর্ড স্ট্যান্ডার্ড প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. পদার্থবিদ্যা ল্যাবে একটি সরল দোলক নেওয়া হলো যার ববের ব্যাস **0.58 cm** এবং দোলকটি প্রতি সেকেন্ডে এক বার টিক্ শব্দ করে। তাপের ফলে দোলকটির দৈর্ঘ্য এমনভাবে বৃদ্ধি পেলো যে, দোলনকাল পরিবর্তিত হয়ে **2.01 sec** হলো।

(গ) দোলকটির সুতার দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) পরিবর্তিত অবস্থায় দোলকটি দিনে যত সময় হারাবে উদ্দীপকের তথ্য থেকে নির্ণয় সম্ভব কিনা? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

উত্তর

গ. যেহেতু প্রতি সেকেন্ডে একবার টিক করে অতএব, দোলনকাল $T = 2sec.$

আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow \frac{L}{g} = \frac{T^2}{4\pi^2} \quad \therefore L = \frac{T^2}{4\pi^2}g = \frac{2^2\times9.8}{4\times\pi^2} = 0.9929m$

$\therefore$ কার্যকরী দৈর্ঘ্য $= 0.9929m$ বা, $99.29cm$ $\therefore$ সুতার দৈর্ঘ্য, $l = L - r = 99.29 - 0.29cm = 99cm$

ঘ. ধরি, দিনে x সেকেন্ড সময় হারাবে।

$\therefore (86400 - x)$ টি অর্ধদোলন দিবে 86400 sec এ। $\therefore$ 1 টি অর্ধদোলন দিবে $\frac{86400}{86400-x}$ sec এ

$\therefore$ 2 টি অর্ধদোলন দিবে $\frac{86400\times2}{86400-x}$ sec এ। $\therefore T_2 = \frac{86400\times2}{86400-x} \Rightarrow 2.01 = \frac{86400\times2}{86400-x} \therefore x = 429.85$ sec

অধ্যায় ১০ আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

এই অধ্যায়ের বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্নের বিশ্লেষণ:

বোর্ড	২০২২					২০২১					২০১৯					২০১৮					২০১৭				
	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ	CQ				MCQ
	ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ		ক	খ	গ	ঘ	
ঢাকা		1	1	1	4	2	1	2	2	5	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3			1	1	3
রাজশাহী	1	1	1	1	4	2	2	2	2	5	1	2	1	1	3						2	1	1	1	1
চট্টগ্রাম	1	1	1	1	3	2	2	2	2	5	1	1	1	1	2						1		1	1	3
সিলেট	1	1	1	1	3	2	1	1	1	4		1			1						1	1	1	1	3
বরিশাল	1	1	1	1	4	2	2	2	2	5	1	1			2	সকল বোর্ড					1	1	1	1	2
যশোর	2	2	2	2	3	1	1	1	1	4	1	1	1	1	2								1	1	2
কুমিল্লা	1	1	1	1	6	2	1	2	2	5	1	1	1	1	1						1	1	1	1	3
দিনাজপুর	1	1	1	1	2	2	2	1	1	5			1	1	2						1	2	1	1	2
ময়মনসিংহ	1	1	1	1	4	1	1	1	1	5															

বি.দ্র.- ২০২০ সালে বোর্ড পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয় নাই এবং ২০১৮ সালে সকল বোর্ডে অভিন্ন প্রশ্ন পদ্ধতিতে পরীক্ষা অনুষ্ঠিত হয়।

গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা ও তথ্যাবলি

আদর্শ গ্যাসের বৈশিষ্ট্যসূচক মানদণ্ড নিম্নরূপ:

- আদর্শ গ্যাস সকল তাপমাত্রায় ও চাপে $PV = nRT$ সমীকরণ মেনে চলে।
- স্থির তাপমাত্রায় আদর্শ গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি এর আয়তনের উপর নির্ভরশীল নয়।
  অর্থাৎ, $\left(\frac{dU}{dV}\right)_T = 0$, U = গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি, V = গ্যাসের আয়তন, T = তাপমাত্রা।
- আদর্শ গ্যাসের অণুসমূহের মধ্যে কোনো আকর্ষণ-বিকর্ষণ নেই। তাই এর কোনো বিভবশক্তি নেই।
- আদর্শ গ্যাসের অণুসমূহের মোট আয়তন গ্যাস দ্বারা দখলকৃত আয়তনের তুলনায় নগণ্য।
- যেহেতু আদর্শ গ্যাসের কোনো বিভবশক্তি নেই, তাই এর সম্পূর্ণ শক্তিই গতিশক্তি যা স্বাধীনতার মাত্রার মাধ্যমে নির্ণয় করা হয়।
- উচ্চ তাপমাত্রায় ($T\uparrow$) ও নিম্নচাপে ($P\downarrow$) বাস্তব গ্যাস আদর্শ গ্যাসের মত আচরণ করে।
- প্রমাণ তাপমাত্রা: 0^oC (সেলসিয়াস স্কেলে) ; 273K (কেলভিন স্কেলে)
- প্রমাণ চাপ: 760mm পারদ স্তম্ভ চাপ
  $P = h\rho g = 0.76 \times 13.596 \times 10^3 kgm^{-3} \times 9.806 ms^{-2} = 1.013 \times 10^5 Nm^{-2}$
  $= 1.013 \times 10^5 Pa = 1\ atm = 760\ torr$
- পরম শূন্য তাপমাত্রা: -273^oC (সেলসিয়াস স্কেলে); 0 K (কেলভিন স্কেলে)
- মোলার গ্যাস ধ্রুবক: $R = 8.31\ JK^{-1}mol^{-1}$; $R = 0.0821\ L\ atm\ mol^{-1}\ K^{-1}$

গ্যাসের গতিতত্ত্ব:

- গ্যাসের অণুর মৌলিক স্বীকার্য: গ্যাসের গতিতত্ত্ব হতে গ্যাসের গতির প্রকৃতি এবং উদ্ভূত তাপের মধ্যে সম্পর্ক জানা যায়। গ্যাসের অণুর গতিতত্ত্ব সুপ্রতিষ্ঠিত করার জন্য কতগুলো পূর্বশর্ত প্রয়োজন। এগুলোকে গ্যাসের মৌলিক স্বীকার্য বলা হয়।
- গড়বেগ: কোনো একটি অণু অসমবেগে গমন করলে দুই বা ততোধিক বেগের গড়মানকে গড়বেগ বলে।
- গড় বর্গ বেগ: দুই বা ততোধিক বেগের বর্গের গড় মানকে গড় বর্গবেগ বলে।

- **মূল গড় বর্গবেগ:** দুই বা ততোধিক বেগের বর্গের গড় মানের বর্গমূলকে গড় বর্গবেগের বর্গমূল বা মূল গড় বর্গবেগ বলে।
- **গ্যাসের গতিতত্ত্ব:** গ্যাসের অণুর গতিশীলতার জন্য তাপ উৎপন্ন হয়। এটি হলো গ্যাসের গতিতত্ত্ব।
  (i) বিজ্ঞানী বার্নোলি সর্ব প্রথম গ্যাসের গতিতত্ত্বের সাহায্যে গ্যাসের সূত্রাবলি ভাগ করেন।
  (ii) ক্লসিয়াস, ম্যাক্সওয়েল, বোল্টজম্যান, ভ্যানডার ওয়ালস পরবর্তীতে এই গতিতত্ত্বের উন্নতি সাধন করেন।
- **পরমশূন্য তাপমাত্রা:** যে তাপমাত্রায় গ্যাসের শক্তি 0 হয়। অর্থাৎ, অণুগুলো গতিহীন হয় তাকে পরমশূন্য তাপমাত্রা বলে।
- **মুক্তপথ:** পরপর দুটি ধাক্কার ভিতর অণুগুলো সরলরৈখিক যতটুকু পথ গমন করে তাকে মুক্তপথ বলে।
- **স্বাধীনতার মাত্রা:** একটি বস্তুর গতিশীল অবস্থা বা অবস্থান সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করার জন্য যত সংখ্যক স্বাধীন চলরাশির প্রয়োজন হয় তাকে স্বাধীনতার মাত্রা বলে।
  (i) একটি এক পারমাণবিক গ্যাস অণুর স্বাধীনতার মাত্রা $= 3$
  (ii) একটি দ্বিপারমাণবিক গ্যাস অণুর স্বাধীনতার মাত্রা $= 5$; এদের মধ্যে 3 টি রৈখিক গতি ও 2 টি ঘূর্ণন গতির জন্য।
- **শক্তির সমবিভাজন নীতি:** কোনো পদার্থের অণুগুলোর গড় গতিশক্তি প্রতিটি স্বাধীনতার মাত্রার মধ্যে সমভাবে বণ্টিত হয় এবং যেকোনো একটি অণুর প্রতিটি স্বাধীনতার মাত্রার সাথে সংশ্লিষ্ট গতিশক্তির মান $= \frac{1}{2}KT$। এটিই শক্তির সমবিভাজন নীতি।
- প্রত্যেক অণুর স্বাধীনতার মাত্রার গড় শক্তির পরিমাণ $= \frac{1}{2}KT$

◈ আপেক্ষিক আর্দ্রতা সংক্রান্ত:

- বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেড়ে গেলে বায়ুর ঘনত্ব কমে এবং বায়ুর চাপও কমে যায় (কারণ, $\rho \propto P$) এবং জলীয়বাষ্পের পরিমাণ কমে গেলে বায়ুর ঘনত্ব ও চাপ বৃদ্ধি পায়।
- নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একটি আবদ্ধ স্থানের বাষ্পধারণ ক্ষমতা নির্দিষ্ট থাকে; অতিরিক্ত বাষ্প ধারণ করতে পারে না। বায়ু যখন সর্বোচ্চ পরিমাণ জলীয়বাষ্প ধারণ করে তখন বাষ্প যে চাপ দেয় তাকে সম্পৃক্ত বাষ্প চাপ বলে। (বাষ্পধারণ ক্ষমতার ধারণাটি আসলে সঠিক নয়। তবে এপর্যায়ে এটিকে আপাতত সঠিক হিসেবে ধরে নাও।) শুধু আর্দশ গ্যাসই বয়েল ও চার্লস এর সূত্র মেনে চলে। বাষ্প(সম্পৃক্ত কিংবা অসম্পৃক্ত) কখনোই Perfectly বয়েল ও চার্লস এর সূত্র মানে না।
- যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু তার ভেতরের জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাঙ্ক বলে। শিশিরাঙ্ক বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের পরিমাণের উপর নির্ভর করে, তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে না।
- তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে বাষ্পচাপ বৃদ্ধি পায় না। কারণ বাষ্পচাপ শুধুমাত্র উপস্থিত বাষ্পের ভরের উপর নির্ভর করে। কিন্তু তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে বায়ুর ধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। তাই বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয়বাষ্পের পরিমাণও বাড়ে। ফলে বর্ধিত তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বেশি হয়।

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ: $PV = nRT$

P = গ্যাসের চাপ

V = গ্যাসের আয়তন

n = মোল সংখ্যা $= \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$; m = গ্যাসের ভর, M = গ্যাসের মোলার ভর,

N = গ্যাসের অণু সংখ্যা, N_A = অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা $= 6.023 \times 10^{23}$

T = তাপমাত্রা (কেলভিন এককে)

	বয়েলের সূত্র	চার্লসের সূত্র	চাপীয় সূত্র
ধ্রুবক রাশি	T, n	P, n	V, n
সমীকরণ	$P_1V_1 = P_2V_2$	$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $V_\theta = V_0\left(1 + \frac{1}{273}\theta\right)$ θ = সেলসিয়াস এককে তাপমাত্রা	$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ $P_\theta = P_0\left(1 + \frac{1}{273}\theta\right)$ θ = সেলসিয়াস এককে তাপমাত্রা
গ্রাফ	Y, V, T স্থির, X, P Y, $\frac{1}{V}$, T স্থির, X, P Y, P, X, PV	V_θ, V_o, $-273^\circ C$, $0^\circ C$, $\theta^\circ C$ পরম শূন্য তাপমাত্রা	Y, P, V স্থির, X, T

শুধুমাত্র n ধ্রুবক থাকলে, (a) $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ (b) $\frac{P_1}{\rho_1 T_1} = \frac{P_2}{\rho_2 T_2}$

গ্যাসের আণবিক গতিতত্ত্ব:

(i) $PV = \frac{1}{3} \times$ গ্যাসের মোট ভর $\times c^2$; c = গড় বর্গবেগের বর্গমূল

$= \frac{1}{3}mNc^2$; m = একটি অণুর ভর, N = অণুর সংখ্যা

$= \frac{1}{3}Mnc^2$; M = মোলার ভর, N = মোল সংখ্যা

(ii) গড় বর্গবেগের বর্গমূল, $c = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3KT}{m}}$

(iii) গড়বেগ, $\bar{c} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$,

(iv) সর্বাধিক সম্ভাব্য বেগ, $\bar{c}_p = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$

(v) $c > \bar{c} > \bar{c}_p$

n মোল গ্যাসের স্বাধীনতার মাত্রা ও গতিশক্তি:

গ্যাস	স্বাধীনতার মাত্রা (f)	গতিশক্তি		
		রৈখিক	ঘূর্ণন	মোট
এক পারমাণবিক (উদাহরণ: He, Ar)	3	$\frac{3}{2}nRT$	0	$\frac{3}{2}nRT$
দ্বিপারমাণবিক (উদাহরণ: H_2, O_2, N_2) এবং সরলরৈখিক বহুপারমাণবিক (উদাহরণ: CO_2)	$3 + 2 = 5$	$\frac{3}{2}nRT$	$2 \times \frac{1}{2}nRT$	$\frac{5}{2}nRT$
বহুপারমাণবিক (উদাহরণ: NH_3)	$3 + 3 = 6$	$\frac{3}{2}nRT$	$3 \times \frac{1}{2}nRT$	$6 \times \frac{1}{2}nRT$

[Note: আদর্শ গ্যাসের মোট শক্তি = গতিশক্তি = অন্তঃস্থশক্তি। গ্যাসের শক্তি শুধু পরম তাপমাত্রা (T) এর উপর নির্ভরশীল।]

গ্যাসের গতিশক্তি:

1টি অণুর গড় গতিশক্তি	$\frac{f}{2}kT$	
N সংখ্যক অণুর মোট গতিশক্তি	$\frac{f}{2}NkT$	[এখানে, f হলো স্বাধীনতার মাত্রা।]
1 mol গ্যাসের মোট গতিশক্তি	$\frac{f}{2}RT$	
n mol গ্যাসের মোট গতিশক্তি	$\frac{f}{2}nRT$	

গড় মুক্তপথ:

ম্যাক্সওয়েলের সূত্রানুসারে গড় মুক্তপথ, $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n\pi\sigma^2}$

σ = অণুর কার্যকর ব্যাস, n = একক আয়তনে অণুর সংখ্যা।

প্রতি সেকেন্ড-এ ধাক্কা $= \frac{\bar{c}}{\lambda}$

আপেক্ষিক আর্দ্রতা ও শিশিরাঙ্ক:

(i) আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\%$

f = শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, F = কক্ষ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ

(ii) $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$;

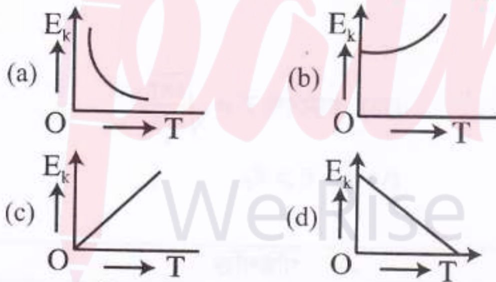
θ_1 = শুষ্ক থার্মোমিটার পাঠ, θ_2 = আর্দ্র থার্মোমিটার পাঠ।

θ = শিশিরাঙ্ক, G = গ্লেইসার ধ্রুবক

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও সমাধান

MCQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড প্রশ্ন ও সমাধান

01. আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে গতিশক্তি (E_k) বনাম তাপমাত্রা (T) এর লেখচিত্র কোনটি? [DB'22][Ans: c]



02. বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেড়ে গেলে – [DB'22] [Ans: c]
(i) বায়ুর চাপ বাড়ে (ii) বায়ুর ঘনত্ব কমে
(iii) জলীয়বাষ্পের চাপ বাড়ে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

03. গ্যাস অণুর মূল গড় বর্গবেগ পরম তাপমাত্রার – [DB'22; Ctg.B'22][Ans: c]
(a) সমানুপাতিক (b) ব্যস্তানুপাতিক
(c) বর্গমূলের সমানুপাতিক (d) বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

04. নিচের বক্তব্যগুলোর মধ্যে কোনটি সঠিক? [DB'22] [Ans: d]
(a) সম্পৃক্ত বাষ্প বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে
(b) অসম্পৃক্ত বাষ্প শুধুমাত্র আবদ্ধ স্থানে তৈরি করা হয়
(c) আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি থাকলে বাষ্পায়ন দ্রুত হয়
(d) শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ ও বায়ুর তাপমাত্রায় অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ পরস্পর সমান

05. $PV = \frac{1}{3} mN\bar{c^2}$ সমীকরণে $\bar{c^2}$ – [RB'22][Ans: b]
(a) গড়বেগ (b) গড় বর্গবেগ
(c) মূল গড় বর্গবেগ (d) আলোর বেগের বর্গ

06. গ্যাসের গতিতত্ত্বের সাহায্যে গ্যাসের সূত্রাবলি সর্বপ্রথম ব্যাখ্যা করেন কে? [RB'22][Ans: c]
(a) ক্লসিয়াস (b) ম্যাক্সওয়েল
(c) বার্নৌলি (d) বোল্টজম্যান

07. N_2 গ্যাসের স্বাধীনতার মাত্রা কত? [RB'22][Ans: b]
(a) 3 (b) 5 (c) 6 (d) 9

08. 37°C তাপমাত্রা ও 1.5 atm চাপে 20 gm O_2 গ্যাসের আয়তন কত? [RB'22]
(a) 0.8×10^{-3} m³ (b) 1.05×10^{-2} m³
(c) 1.26×10^{-2} m³ (d) 1.07×10^{-2} m³

সমাধান: (b); $n = \frac{20}{32}\ mol = 0.625\ mol$

$T = (273 + 37)\ K = 310\ K$

$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.625 \times 8.314 \times 310}{1.5 \times 101325} = 1.05 \times 10^{-2}\ m^3$

09. T তাপমাত্রায় আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে একটি অণুর গড় গতিশক্তি – **[Ctg.B'22; SB'17][Ans: b]**

(a) $\frac{3}{2}$ RT (b) $\frac{3}{2}$ KT (c) $\frac{1}{3}$ RT (d) $\frac{1}{3}$ KT

10. বায়ুর প্রতি একক আয়তনে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের ভরকে ঐ স্থানের কী বলে? **[Ctg.B'22; JB'21][Ans: d]**

(a) বাষ্পচাপ (b) আপেক্ষিক আর্দ্রতা
(c) শিশিরাঙ্ক (d) পরম আর্দ্রতা

11. গড় বর্গবেগের বর্গমূল ও পরম তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক হলো – **[SB'22]**

(a) $c_{rms} \propto T$ (b) $c_{rms} \propto \sqrt{T}$
(c) $c_{rms} \propto \frac{1}{T}$ (d) $c_{rms} \propto \frac{1}{\sqrt{T}}$

সমাধান: (b); $c_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$; $c_{rms} \propto \sqrt{T}$

12. 'PV' রাশিটি গ্যাসের ক্ষেত্রে নির্দেশ করে – **[SB'22][Ans: c]**

(a) ক্ষমতা (b) ভরবেগ (c) কাজ (d) জড়তা

13. N.T.P তে হাইড্রোজেন এর ঘনত্ব 0.09 kgm^{-3} অণুগুলোর মূলগড় বর্গবেগ নির্ণয় কর। **[SB'22; CB'22]**

(a) 1.84 kms^{-1} (b) 2.84 kms^{-1}
(c) 3.38 kms^{-1} (d) 4.00 kms^{-1}

সমাধান: (a); $\rho = 0.09\ kgm^{-3}$

$c_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3 \times 101325}{0.09}} = 1.84\ kms^{-1}$

14. PV= ধ্রুবক, সমীকরণটি নিচের কোনো প্রক্রিয়াকে সমর্থন করে? **[BB'22; Ctg.B'21][Ans: a]**

(a) সমোষ্ণ (b) সমআয়তন
(c) সমচাপ (d) রুদ্ধতাপীয়

15. 27°C তাপমাত্রায় 32 g অক্সিজেন গ্যাসের গতিশক্তি কত? $(R = 8.314\ Jmol^{-1}K^{-1})$ **[BB'22]**

(a) 3741.3J (b) 374J (c) 37.4J (d) 734J

সমাধান: (a); গতিশক্তি $= \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2} \times 1 \times 8.314 \times 300\ J = 3741.3J$

16. নিম্নলিখিত কোনো ক্ষেত্রে একটি গ্যাস আদর্শ গ্যাসের ন্যায় আচরণ করে? **[BB'22; DB'21][Ans: a]**

(a) নিম্নচাপ ও উচ্চ তাপমাত্রায়
(b) নিম্নচাপ ও নিম্ন তাপমাত্রায়
(c) উচ্চতাপ ও নিম্ন তাপমাত্রায়
(d) উচ্চচাপ ও উচ্চ তাপমাত্রায়

17. গ্যাস অণুর গড় মুক্তপথ গ্যাসের ঘনত্বের – **[BB'22]**

(a) বর্গের সমানুপাতিক (b) সমানুপাতিক **[Ans: c]**
(c) ব্যস্তানুপাতিক (d) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক

18. 1.0 লিটার বায়ুর ক্ষেত্রে- **[JB'22]**

(i) মোট অণুর সংখ্যা 2.7×10^{22}
(ii) 27°C তাপমাত্রায় গড় গতিশক্তি 6.12×10^{-21} J
(iii) বায়ুর ঘনত্ব 1.43 gm^{-3} হলে 27°C তাপমাত্রায় মূল গড় বর্গবেগ 461.18 ms^{-1}

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

সমাধান: (a); $1L = 10^{-3}m^3$

1L এ অণু সংখ্যা $= \frac{6.02 \times 10^{23}}{22.4}$
$= 2.687 \times 10^{22} \approx 2.7 \times 10^{22}$

27° তাপমাত্রায় গড় গতিশক্তি $= E_k = \frac{3}{2}kT$
$= \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300\ J$
$= 6.21 \times 10^{21} J \approx 6.12 \times 10^{-21} J$

19. গড় মুক্তপথের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? **[JB'22][Ans: b]**

(a) গড় মুক্তপথ তাপমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক
(b) গড় মুক্তপথ চাপের ব্যস্তানুপাতিক
(c) গড় মুক্তপথ ঘনত্বের সমানুপাতিক
(d) গড় মুক্তপথ অণুর সংখ্যার সমানুপাতিক

20. PV = K সমীকরণ মেনে চলে কোনো সূত্র? **[JB'22]**

(a) গ্যাসের চাপীয় সূত্র (b) চার্লসের সূত্র **[Ans: c]**
(c) বয়েলের সূত্র (d) অ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্র

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
40°C তাপমাত্রার একটি গ্যাসকে স্থির চাপে উত্তপ্ত করে আয়তন দ্বিগুণ করা হলো।

21. উদ্দীপকটির গ্যাস নিচের কোনো সূত্র সমর্থন করে? **[CB'22][Ans: d]**

(a) গে-লুসাকের সূত্র (b) অ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্র
(c) বয়েল এর সূত্র (d) চার্লস এর সূত্র

22. গ্যাসটির চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত? **[CB'22]**

(a) 80°C (b) 176.5°C (c) 353°C (d) 626°C

সমাধান: (c); $V \propto T \therefore \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$

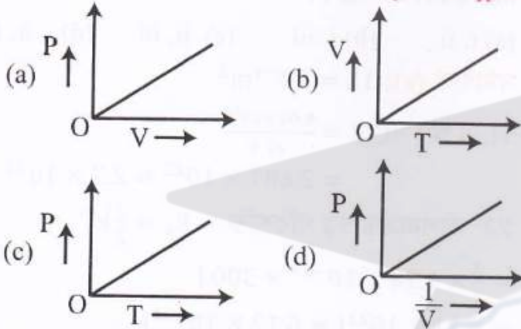
$\Rightarrow T_2 = \frac{V_2}{V_1} \times T_1 = 2 \times (273 + 40)K = 626\ K$
$= 353°C$

23. 6 স্বাধীনতা মাত্রা সম্পন্ন কোনো অণুর মোট শক্তি হবে– **[CB'22][Ans: c]**

(a) $\frac{1}{2}$ KT (b) KT
(c) 3 KT (d) 6 KT

24. কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 80%। শিশিরাংকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ 10.52 mm পারদ চাপ। বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কত? [CB'22]
(a) 13.15 mm Hgp (b) 17.60 mm Hgp
(c) 18.416 mm Hgp (d) 76.04 mm Hgp
সমাধান: (a); $80\% = \frac{f}{F} \times 100\%$
$\Rightarrow F = f \times \frac{100\%}{80\%} = 10.52 \times \frac{100\%}{80\%} = 13.15\text{mmHgp}$

25. নিচের কোনো লেখচিত্রটি রেনোর চাপীয় সূত্র সমর্থন করে? [CB'22][Ans: c]



26. CO-এর জন্য স্বাধীনতার মাত্রা কত? [Din.B'22][Ans: c]
(a) 3 (b) 4 (c) 5 (d) 6

27. যদি সিক্ত ও শুষ্ক বালব হাইগ্রোমিটারের সিক্ত ও শুষ্ক বালবের তাপমাত্রার পার্থক্য কম প্রদর্শন করে তাহলে- [Ans: a]
(a) আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি হবে [Din.B'22; MB'21]
(b) আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হবে
(c) নিম্ন শিশিরাঙ্ক হবে
(d) শরীরে আরাম অনুভব হবে

28. মূল গড় বর্গ বেগ C এবং চাপ P এর মধ্যে সম্পর্ক হল – [MB'22; DB'19][Ans: a]
(a) $C = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$ (b) $C = \sqrt{\frac{3\rho}{P}}$ (c) $C = \sqrt{\frac{P}{3\rho}}$ (d) $C = \sqrt{\frac{\rho}{3P}}$

29. কোনো স্থানে আর্দ্র ও শুষ্ক বাল্ব হাইগ্রোমিটারের সিক্ত বাল্বের তাপমাত্রা ঐ স্থানের বায়ুর তাপমাত্রার সমান হলে আপেক্ষিক আর্দ্রতার মান হবে— [MB'22]
(a) 0% (b) 30% (c) 70% (d) 100%
সমাধান: (d); শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2) = \theta_1$
$[\because \theta_1 = \theta_2]$

30. কোনো হ্রদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় একটি বুদবুদের ব্যাস তিনগুণ হয়। হ্রদের পানির সর্বত্র তাপমাত্রা ও ঘনত্ব সমান হলে হ্রদের গভীরতা কত? [বায়ুর চাপ = 10^5 Nm^{-2}] [MB'22]
(a) 265.3 m (b) 81.63 m (c) 20.4 m (d) 9.33 m
সমাধান: (a); $n = 3$
গভীরতা, $h = \frac{(n^3-1)p}{\rho g} = \frac{(3^3-1)\times10^5}{1000\times9.8} = 265.3$ m

31. দ্বিপরমাণুক গ্যাসের গতিশক্তির পরিমাণ কত? [MB'22][Ans: d]
(a) $\frac{1}{2}$ KT (b) $\frac{3}{2}$ KT (c) $\frac{7}{2}$ KT (d) $\frac{5}{2}$ KT

32. $\frac{3}{2}$ মোল গ্যাসের জন্য আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ হবে– [DB'21; CB'21]
(a) $3PV = 2RT$ (b) $2PV = \frac{1}{3}RT$
(c) $2PV = 3RT$ (d) $\frac{PV}{RT} = \frac{2}{3}$
সমাধান: (c); $2PV = 3RT$

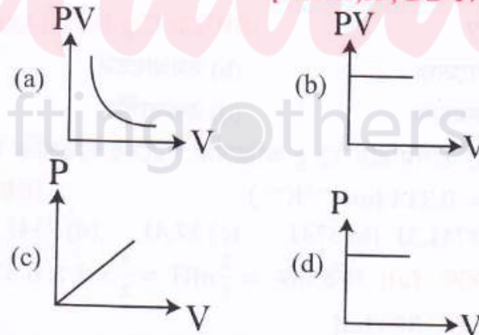
33. STP তে সকল গ্যাসের মোলার আয়তন– [DB'21; CB'21] [Ans: a]
(a) 22.4L (b) 22.9L (c) 28.4L (d) 22.8L

34. সম্পৃক্ত বাষ্পের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? [DB'21] [Ans: c]
(a) বয়েল এর সূত্র মেনে চলে
(b) চার্লসের সূত্র মেনে চলে
(c) বয়েল এবং চার্লসের সূত্র মানে না
(d) একটি বদ্ধ স্থানে তৈরি করা যায় না

35. পরম তাপমাত্রা স্কেলে চাপের সূত্র হলো–[DB'21; CB'21]
(a) $P \propto T$ (b) $P \propto T^2$ (c) $P \propto \frac{1}{T}$ (d) $P \propto \sqrt{T}$
সমাধান: (a); $(P \propto T)$

36. চূড়ান্ত তাপমাত্রা আদি তাপমাত্রার কত গুণ হলে কোনো নির্দিষ্ট গ্যাসের মূলগড় বর্গবেগ দ্বিগুণ হবে? [DB'21]
(a) 2 গুণ (b) 3 গুণ (c) 4 গুণ (d) 9 গুণ
সমাধান: (c); 4 গুণ, $\frac{C_1}{C_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$

37. নিচের কোনো লেখচিত্রটি বয়েল এর সূত্রের জন্য প্রযোজ্য? [RB'21,19; DB'17][Ans: b]



38. পরমশূন্য তাপমাত্রা কোনটি? [RB'21; Ctg.B'19] [Ans: c]
(a) 273°C (b) 0°C (c) −273°C (d) −373°C

39. কোনো স্থানের অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ f এবং সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ F হলে, কোনটি সঠিক? [RB'21; Din.B'17][Ans: a]
(a) $f < F$ (b) $f > F$ (c) $f \leq F$ (d) $f \geq F$

40. কোনো স্থানের জলীয়বাষ্প চাপ সম্পর্কে বলা যায়- **[RB'21]**
(i) সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প সর্বাধিক চাপ দেয় **[Ans: d]**
(ii) অসম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প বয়েলের সূত্র মেনে চলে
(iii) বায়ুতে জলীয়বাষ্প কমলে বায়ুর ঘনত্ব বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

41. অক্সিজেন (O_2) গ্যাসের প্রতি অণুর গড় গতিশক্তি কত? **[RB'21; Ctg.B'21]**
(a) $\frac{3}{2}$ RT (b) $\frac{3}{2}$ KT (c) $\frac{5}{2}$ RT (d) $\frac{5}{2}$ KT
সমাধান: (d); $\frac{f}{2}$ KT

42. সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক R একক কোনটি? **[Ctg.B'21]**
(a) $JK\,mol^{-1}$ (b) $JK^{-1}\,mol$ **[Ans: d]**
(c) J mol K (d) $J\,mol^{-1}\,K^{-1}$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি সিলিন্ডারে 27°C তাপমাত্রায় হিলিয়াম গ্যাস আছে। গ্যাসের দুটি অণুর বেগ যথাক্রমে $9\ ms^{-1}$ ও $10\ ms^{-1}$।

43. হিলিয়াম অণুর গড় গতিশক্তি কত? **[Ctg.B'21]**
(a) 6232.5J (b) 3739.5J
(c) 6.21×10^{-21}J (d) 10.35×10^{-21}J
সমাধান: (c); $E = \frac{3}{2}$ kT

44. অণুদ্বয়ের গড় বর্গবেগ কত? **[Ctg.B'21]**
(a) $9.5\ ms^{-1}$ (b) $9.51\ ms^{-1}$
(c) $90.5\ m^2s^{-2}$ (d) $181\ m^2s^{-2}$
সমাধান: (c); $\frac{9^2+10^2}{2} = 90.5$

45. জলীয়বাষ্পের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক? **[SB'21][Ans: d]**
(a) জলীয়বাষ্পের পরিমাণের উপর কোনো স্থানের আবহাওয়া নির্ভর করে না
(b) কুয়াশা সৃষ্টির জন্য জলীয়বাষ্প দায়ী নয়
(c) জলীয়বাষ্পের ঘনত্ব শুষ্ক বায়ুর ঘনত্বের চেয়ে বেশি
(d) জলীয়বাষ্প শুষ্ক বায়ু অপেক্ষা হালকা

46. শুষ্ক ও আর্দ্র বাল্ব হাইগ্রোমিটারের সাহায্যে আবহাওয়া পূর্বাভাসের জন্য নিচের কোনটি সঠিক? **[SB'21][Ans: a]**
(a) থার্মোমিটার দুটির পাঠের পার্থক্য না থাকলে বাতাস সম্পৃক্ত আছে
(b) থার্মোমিটার দুটির পাঠের পার্থক্য না থাকলে আবহাওয়া শুষ্ক থাকবে
(c) থার্মোমিটার দুটির পাঠের পার্থক্য ধীরে ধীরে কমতে থাকলে ঝড়ের সম্ভাবনা
(d) থার্মোমিটার দুটির পাঠের পার্থক্য বেশি হলে আবহাওয়া আর্দ্র থাকবে

47. 1 atm চাপে ও 37°C তাপমাত্রায় 32g অক্সিজেনের আয়তন কত? $[R = 8.314\ J\ mol^{-1}K^{-1}]$ **[SB'21]**
(a) $0.003\ m^3$ (b) $0.025\ m^3$ **[Ans: b]**
(c) $0.097\ m^3$ (d) $0.814\ m^3$

48. শিশিরাঙ্ক বলতে বোঝায়-
[SB'21; BB'21; SB'19; RB'17] [Ans: b]
(a) তাপ (b) তাপমাত্রা
(c) শিশিরের পরিমাণ (d) আপেক্ষিক আর্দ্রতা

49. গ্যাস কর্তৃক প্রদত্ত চাপ নির্ভর করে গ্যাসের- **[BB'21]**
(i) ঘনত্বের উপর (ii) আণবিক ভরের উপর **[Ans: a]**
(iii) প্রকৃতির উপর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

50. 30°C তাপমাত্রায় একটি গ্যাসকে স্থির চাপে উত্তপ্ত করা হলে আয়তন তিনগুণ হয়। গ্যাসটির চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত হবে? **[BB'21; JB'21]**
(a) +909°C (b) +636°C (c) +276°C (d) −170°C
সমাধান: (b); $V_2 = 3V \therefore \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{V_2}{V_1} \times T_1$
$= \frac{3V \times 303}{V} = 3 \times 303 = 909K = 636°C$

51. বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হলে- **[BB'21] [Ans: c]**
(a) বাষ্পায়ন ধীর গতিতে পাবে
(b) বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা আছে
(c) বাষ্পায়ন দ্রুত গতিতে হবে
(d) দিনটি কষ্টদায়ক হবে

52. আয়তন স্থির রেখে গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা হলে-
[BB'21][Ans: b]
(a) চাপ হ্রাস পাবে (b) চাপ বৃদ্ধি পাবে
(c) চাপ ধ্রুব থাকবে (d) কোনটিই নয়

53. বায়ুর তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কে উপনীত হলে বাষ্পায়ন-
[JB'21][Ans: c]
(a) দ্রুত হবে (b) ধীরে ধীরে হবে
(c) হবে না (d) একই থাকবে

54. গ্যাসের চাপীয় সূত্রটিতে নিচের কোনো রাশিটির মান স্থির থাকে? **[JB'21] [Ans: d]**
(a) তাপমাত্রা (b) তাপ (c) চাপ (d) আয়তন

55. আপেক্ষিক আর্দ্রতা প্রকাশ করা হয়- **[CB'21] [Ans: c]**
(i) $R = \frac{F}{f}$ (ii) $R = \frac{f}{F}$ (iii) $R = \frac{f}{F} \times 100\%$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

56. এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপ সমান– [CB'21] [Ans: d]
(i) 1.013×10^5 Nm^{-2} (ii) 1.013×10^5 Pa
(iii) 760 mm Hg
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

57. গ্যাসের ক্ষেত্রে তাপগতীয় চলরাশি কী কী?
(a) আয়তন, ভর ও ঘনত্ব [Din.B'21] [Ans: d]
(b) আয়তন, তাপমাত্রা ও ঘনত্ব
(c) আয়তন, ভর ও তাপমাত্রা
(d) আয়তন, তাপমাত্রা ও চাপ

58. স্থির আয়তনে 1 atm চাপের কোনো গ্যাসের তাপমাত্রা 0°C হতে 1°C বাড়ালে পরিবর্তিত চাপ হবে–
(a) 0.00366 atm (b) 1 atm
(c) 1.00366 atm (d) 2 atm
সমাধান: (c); $P' = 1 + \frac{1}{273} = 1.00366$ atm

59. বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ কমে গেলে– [Din.B'21] [Ans: b]
(a) বায়ুর ঘনত্ব কমে (b) বায়ুর ঘনত্ব বাড়ে
(c) জলীয়বাষ্পচাপ বাড়ে (d) আপেক্ষিক আর্দ্রতা বাড়ে

60. স্থির আয়তনে 0°C তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের চাপ দ্বিগুণ করলে এর চূড়ান্ত তাপমাত্রা হবে– [Din.B'21][Ans: b]
(a) 27°C (b) 273°C (c) 300°C (d) 546°C
সমাধান: (b); $\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow T_2 - 2T_1 = 0 [P_2 = 2P_1]$
$\therefore T_2 = 546K = 273°C$

61. বাস্তব গ্যাস বয়েলের সূত্র মেনে চলে- [MB'21][Ans: a]
(a) উচ্চ তাপমাত্রায় (b) কক্ষ তাপমাত্রায়
(c) নিম্ন তাপমাত্রায় (d) 0°C তাপমাত্রায়

62. 'PV' রাশিটি গ্যাসের ক্ষেত্রে নির্দেশ করে- [MB'21; JB'17][Ans: a]
(a) শক্তি (b) ক্ষমতা (c) ভরবেগ (d) জড়তা

63. একটি সিলিন্ডারে আবদ্ধ গ্যাসের তাপমাত্রা 30°C থেকে 100°C এ উন্নীত হলে চাপ কত শতাংশ বৃদ্ধি পাবে? [MB'21]
(a) 19.01 (b) 23.10 (c) 28.02 (d) 70.01
সমাধান: (b); $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$
$\Rightarrow P_2 = \frac{P_1}{303} \times 373 = 1.231 P_1$
$\therefore$ চাপ বৃদ্ধি পেল $= \frac{(1.231P_1 - P_1)}{P_1} \times 100\% = 23.10\%$

64. কোনো পাত্রে আবদ্ধ গ্যাস অণুগুলির সর্বাধিক সংখ্যক অণুর বেগকে বলে– [MB'21][Ans: d]
(a) গড়বেগ (b) মূল গড় বর্গবেগ
(c) গড় বর্গবেগ (d) সর্বাধিক সম্ভাব্য বেগ

65. গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুসারে কোনটি সঠিক?
(a) অণুগুলোর সংঘর্ষ অস্থিতিস্থাপক [DB'19][Ans: b]
(b) অণুগুলোর স্থিতিশক্তি নেই
(c) অণুগুলোর গতিশক্তি নেই
(d) অণুগুলোর ভরবেগ নেই

66. আর্দ্রতামাপক যন্ত্রে দুই থার্মোমিটারের পাত্রের পার্থক্য-
(i) হঠাৎ হ্রাস পেলে ঝড় হতে পারে [RB'19][Ans: a]
(ii) ধীরে ধীরে কমলে বৃষ্টি হতে পারে
(iii) খুব কম হলে আবহাওয়া শুষ্ক হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

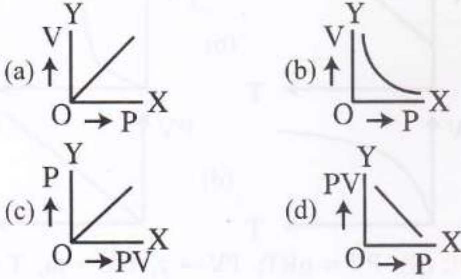
67. C. G. S এককে বোলজম্যান ধ্রুবকের মান S. I. এককের মান অপেক্ষা কতগুণ বেশি? [RB'19]
(a) 10^{-7} (b) 10^7 (c) 10^{-5} (d) 10^5
সমাধান: (b); $K_{CGS} = \frac{R}{N_A}$
$= \frac{8.314 \times 10^7}{N_A}$ erg molecule^{-1}
$K_{SI} = \frac{8.314}{N_A}$ Jmolecule^{-1} $\therefore \frac{K_{CGS}}{K_{SI}} = 10^7$

68. 30°C তাপমাত্রায় 7 gm নাইট্রোজেন গ্যাসের মোট গতিশক্তি হিসাব কর। [নাইট্রোজেনের গ্রাম আণবিক ভর = 28gm] [Ctg.B'19]
(a) 125.55 J (b) 128.82 J
(c) 133.62 J (d) 944.22 J
সমাধান: (d); $E_k = \frac{3}{2}nRT$
$= \frac{3}{2} \times \frac{7}{28} \times 8.314 \times (273 + 30) = 944.22J$

69. গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুসারে নিচের কোনো বিবৃতিটি অসঙ্গতিপূর্ণ? [BB'19][Ans: a]
(a) অণুগুলো নিউটনের সূত্র মেনে চলে
(b) অণুগুলো সবদিকে সমবেগে গতিশীল
(c) অণুগুলো অতি ক্ষুদ্র
(d) অণুগুলো স্থিতিস্থাপক গোলক সদৃশ

70. মেঘমুক্ত দিনে দুপুরের আগেই শিশির তিরোহিত হয় কেন? [BB'19; Din.B'19][Ans: c]
(a) দিনের আলোর তীব্রতা বৃদ্ধি পায়
(b) আপেক্ষিক আর্দ্রতা বৃদ্ধি পায়
(c) তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বায়ু অসম্পৃক্ত হয়
(d) বাষ্পায়নের হার হ্রাস পায়

71. বয়েলের সূত্রানুযায়ী গ্যাসের চাপ (P) ও আয়তন (V) হলে, নিচের কোনটি সঠিক? [JB'19][Ans: b]



72. আদর্শ গ্যাসের প্রতিটি অণুর স্বাধীনতার মাত্রা- [CB'19] [Ans: b]

(a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 5

73. সম্পৃক্ত বাষ্পের ক্ষেত্রে- [Din.B'19]

(i) $\frac{\rho_1}{P_1T_1} = \frac{\rho_2}{P_2T_2}$ (ii) $\frac{\rho}{P}$ = ধ্রুবক, যখন T স্থির থাকে

(iii) এটি বয়েল ও চার্লসের সূত্র মেনে চলে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); সম্পৃক্ত বাষ্প বয়েল ও চার্লসের সূত্র মানে না। তাই কোনটিই সঠিক নয়। এই সূত্রগুলো অসম্পৃক্ত বাষ্প মেনে চলে।

74. অসম্পৃক্ত বাষ্পের ক্ষেত্রে- [All B'18]

(i) আবদ্ধ বা খোলা যেকোনো স্থানে এটি তৈরি করা যায়

(ii) তাপমাত্রা বাড়িয়ে এটিকে সম্পৃক্ত বাষ্পে পরিণত করা যায়

(iii) এটি বয়েল এবং চার্লসের সূত্র মেনে চলে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

সমাধান: (c); তাপমাত্রা কমালে অসম্পৃক্ত বাষ্প সম্পৃক্ত বাষ্পে পরিণত হতে পারে।

75. গ্যাসের গড়মুক্ত পথ ব্যস্তানুপাতিক হবে- [All B'18]

(a) গ্যাসের ঘনত্বের

(b) গ্যাস অণুর আণবিক ব্যাসের

(c) একক আয়তনে অণুর সংখ্যার বর্গের

(d) অণুর অতিক্রান্ত দূরত্বের

সমাধান: (a); $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n\,\pi a^2}$, $n = \frac{N}{V} = \frac{N\rho}{m} \therefore \lambda \propto \frac{1}{n} \propto \frac{1}{\rho}$

76. | A |
|---|
| $40gmO_2$ |
| 27^oC |

[All B'18]

$R = 8.31\ JK^{-1}mole^{-1}$, O_2 এর আণবিক ভর = 32gm

চিত্রানুযায়ী A পাত্রের গ্যাসের মোট গতিশক্তি-

(a) 33.65×10 J (b) 42.07×10 J

(c) 37.39×10^2J (d) 46.74×10^2J

সমাধান: (d); $E_k = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2} \times \frac{40}{32} \times 8.31 \times 300$
$= 46.74 \times 10^2$J

77. হাইগ্রোমিটারের শুষ্ক ও আর্দ্র বাল্বের তাপমাত্রা হঠাৎ কমতে থাকলে কীসের পূর্বাভাস? [DB'17] [Ans: a]

(a) ঝড় (b) কুয়াশা (c) রৌদ্র (d) শিশির

78. গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্য অনুসারে – [DB'17]

(i) তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে অণুর বেগ বৃদ্ধি পায় [Ans: a]

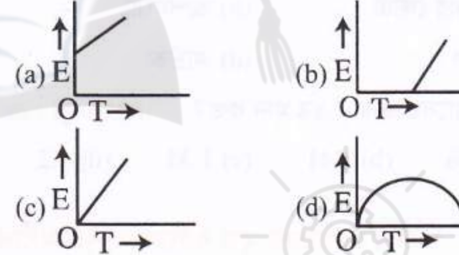
(ii) অণুগুলোর মধ্যবর্তী দূরত্বের তুলনায় অণুগুলোর আয়তন উপেক্ষণীয়

(iii) দুটি ধাক্কার মধ্যবর্তী সময়ে অণুগুলো সমবেগে সরলরেখায় চলে না

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

79. আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে গতিশক্তি (E) বনাম তাপমাত্রা (T) এর লেখচিত্র কোনটি? [Ctg.B'17]



সমাধান: (c); $E = \frac{3}{2}nRT$ মূলবিন্দুগামী সরলরেখা।

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

20°C তাপমাত্রায় একটি গ্যাসের চাপ স্থির রেখে এর আয়তন দ্বিগুণ করা হলো।

80. উদ্দীপকটি নিচের কোনো সূত্র কে সমর্থন করে? [Ctg.B'17]

(a) বয়েলের সূত্র (b) চার্লস এর সূত্র

(c) চাপের সূত্র (d) অ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্র

সমাধান: (b); চাপ স্থির ∴ চার্লসের সূত্র।

81. গ্যাসটির চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত? [Ctg.B'17]

(a) −273°C (b) 300°C (c) 313°C (d) 586°C

সমাধান: (c); $\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1}$

$\Rightarrow T_2 = \frac{V_2}{V_1} \times T_1 = 2 \times (273 + 20)K = 586K$

$= 313^oC$

82. এক মোল আদর্শ গ্যাসের একক আয়তনের গড় গতিশক্তি ও চাপের মধ্যে সম্পর্ক হল– [SB'17] [Ans: a]

(a) $P = \frac{2}{3}E$ (b) $P = \frac{3}{2}E$ (c) $P = \frac{2}{3}E^2$ (d) $P = \frac{1}{3}E^2$

83. S.T.P তে 2 mole আদর্শ গ্যাসের গতিশক্তি কত হবে? [$R = 8.31\ J\ mole^{-1}$] [SB'17]

(a) 1300 J (b) 2700J (c) 3403J (d) 6806J

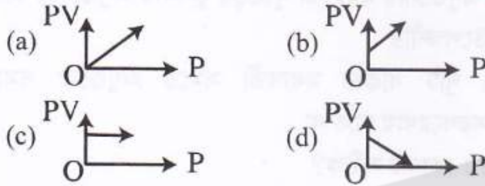
সমাধান: (d); $E = \frac{3}{2}nRT$

$= \left(\frac{3}{2} \times 2 \times 8.31 \times 273\right) J = 6806 J$

84. 12 স্বাধীনতার মাত্রা সম্পন্ন কোনো অণুর মোট শক্তি হবে– [BB'17][Ans: c]

(a) $\frac{1}{2}KT$ (b) $\frac{3}{2}KT$ (c) 6KT (d) 12KT

85. স্থির তাপমাত্রায় P বনাম PV লেখচিত্র কোনটি? [BB'17]



সমাধান: (c); PV = ধ্রুবক।

86. শিশির হচ্ছে– [JB'17][Ans: a]

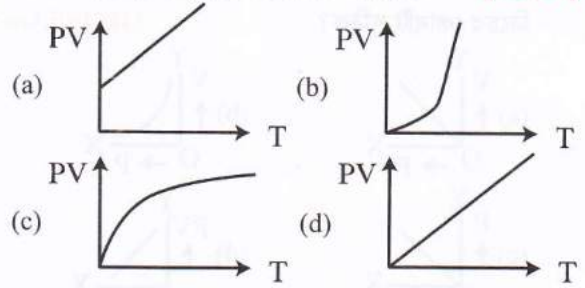
(a) পানির ফোঁটা (b) তাপমাত্রা

(c) তাপ (d) আর্দ্রতা

87. CO_2 গ্যাসের জন্য γ এর মান কত? [CB'17][Ans: c]

(a) 1.66 (b) 1.41 (c) 1.33 (d) 1.2

88. আদর্শ গ্যাসের জন্য নিচের কোনটি সঠিক? [CB'17]



সমাধান: (d); PV = nRT; PV → y, nR → m, T → x, y = mx, মূল বিন্দুগামী সরলরেখা।

89. $PV = \frac{1}{3} mNc^2$ সমীকরণে c – [CB'17] [Ans: c]

(a) গড় বেগ (b) গড় বর্গ বেগ

(c) মূল গড় বর্গবেগ (d) আলোর বেগ

90. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সকল গ্যাসের অণুর জন্য কোন রাশিটি ধ্রুবক? [Din.B'17] [Ans: d]

(a) ভর (b) ভরবেগ (c) আয়তন (d) গতিশক্তি

91. স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে R- এর সঠিক মান নিচের কোনটি? [RB'19][Ans: a]

(a) $8.31\ JK^{-1}mol^{-1}$ (b) $8.30J^{-1}Kmol^{-1}$

(c) $8.31\ JK^{-1}mol$ (d) $8.13\ JK^{-1}mol^{-1}$

MCQ: বিভিন্ন লেখকের মূল বইয়ের অনুশীলনীর প্রশ্ন ও সমাধান

প্রফেসর মোহাম্মদ ইস্‌হাক স্যার

01. $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ সম্পর্কটি কোন সূত্রকে সমর্থন করে? [Ans: b]

(a) বয়েলের সূত্র (b) চার্লসের সূত্র

(c) চাপের সূত্র (d) অ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্র

02. পিস্টন-সিলিন্ডারের ভেতর আবদ্ধ গ্যাসকে স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে সঙ্কুচিত করে এর আয়তন অর্ধেক করা হলো। যদি তাপমাত্রা অপরিবর্তিত থাকে তবে চূড়ান্ত চাপ কত হবে?

(a) $4.12 \times 10^5\ N/m^2$ (b) $8.16 \times 10^5\ N/m^2$

(c) $10.26 \times 10^5\ N/m^2$ (d) $2.026 \times 10^5\ N/m^2$

সমাধান: (d); $P_2 = \frac{V_1}{V_2}P_1 = 2P_1$

$= 2.026 \times 10^5 Nm^{-2}$. $[P_1 = 1.013 \times 10^5 Nm^{-2}]$

03. দ্বি-পারমাণবিক গ্যাস অণুর স্বাধীনতার মাত্রা কয়টি?

(a) 2 (b) 3 (c) 4 (d) 5

সমাধান: (d); এক পারমাণবিক গ্যাসের বেলায় স্বাধীনতার মাত্রা, f = 3n – r। দ্বি-পারমাণবিক গ্যাসের বেলায় n = 2, r = 1 স্বাধীনতার মাত্রা হবে (3 × 2 – 1) = 5।

04. বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হলে বাষ্পায়ন হবে- [Ans: b]

(a) ধীর গতিতে (b) দ্রুত গতিতে

(c) আগের মতোই (d) অতি ধীর গতিতে

05. একটি আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা T হতে বৃদ্ধি করে 2T করা হলে কোন রাশিটি দ্বিগুণ হবে? [Ans: c]

(a) অণুগুলোর গড় বর্গবেগের বর্গমূল

(b) অণুগুলোর গড় বেগের বর্গ

(c) অণুগুলোর গতিশক্তি

(d) অণুগুলোর গড় বর্গবেগ

06. গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুসারে গ্যাস অণুগুলোর মধ্যে কোনো আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল নেই। সুতরাং অণুগুলোর-

(a) রৈখিক ভরবেগ নেই (b) গতিশক্তি নেই

(c) স্থিতিশক্তি নেই (d) যান্ত্রিক শক্তি নেই

সমাধান: (c); গ্যাসের অণুর মৌলিক স্বীকার্যসমূহ নিম্নে উল্লেখ করা হলো:

(i) প্রত্যেক গ্যাসই সমান ভরের অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণার সমন্বয়ে গঠিত। এদের নাম অণু। [অণুগুলো এক বা একাধিক পরমাণু নিয়ে গঠিত- Ref: তফাজ্জল স্যার]। অণুগুলো নিউটনের গতিসূত্র মেনে চলে।

(ii) কোনো একটি গ্যাসের সকল অণুগুলো সদৃশ। কিন্তু বিভিন্ন গ্যাসের অণুগুলো ভিন্ন ভিন্ন। উদাহরণস্বরূপ বলা যায়- হাইড্রোজেন গ্যাসের সকল অণু সদৃশ, অক্সিজেন গ্যাসের সকল অণু সদৃশ। কিন্তু হাইড্রোজেন গ্যাসের অণু এবং অক্সিজেন গ্যাসের অণু সদৃশ নয়।

(iii) গ্যাসের অণুগুলো বিন্দুভর আদর্শ স্থিতিস্থাপক গোলক।

(iv) অণুগুলোর মধ্যবর্তী দূরত্বের তুলনায় এদের আয়তন উপেক্ষণীয়।

(v) আধারের আয়তনের তুলনায় এর মধ্যস্থিত গ্যাসের অণুগুলোর আয়তন নগণ্য।

(vi) অণুগুলোর পরস্পরের মধ্যে কোনো আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল নেই, কিংবা আবদ্ধ পাত্রের দেয়ালের উপর কোনো বল প্রয়োগ করে না। অর্থাৎ গ্যাসের শক্তি গতিশক্তি।

(vii) অণুগুলো সতত সঞ্চারণশীল। তাদের গতিবেগ শূন্য হতে অসীম পর্যন্ত বিস্তৃত হতে পারে [এবং সবদিকে প্রসারিত-Ref: তফাজ্জল]। [অণুগুলো সকল দিকে গতিশীল এবং এদের বেগের মান বিভিন্ন -Ref: তপন স্যার]

(viii) অণুগুলো প্রতিনিয়ত অতি দ্রুতবেগে বিক্ষিপ্তভাবে ছুটাছুটি করছে এবং পরস্পরের সাথে ও আধারের দেয়ালের সাথে ধাক্কা খাচ্ছে। আধারের দেয়ালের সাথে অণুগুলোর ধাক্কার দরুনই গ্যাসে চাপের সৃষ্টি হয়।

(ix) তাপমাত্রা বৃদ্ধির সঙ্গে অণুগুলোর বেগ বৃদ্ধি পায়।

(x) দুটি ধাক্কার মধ্যবর্তী সময়ে অণুগুলো সমবেগে সরলরেখা বরাবর চলে। পরপর দুটি ধাক্কার মধ্যবর্তী দূরত্বকে মুক্ত পথ বলে।

(xi) একটি ধাক্কা সংঘটিত হতে যে সময় লাগে তা মুক্ত পথ অতিক্রম করার সময়ের তুলনায় অতি নগণ্য, তাই ধাক্কাগুলো তাৎক্ষণিক।

(xii) গ্যাসের অণুগুলো আধারের সমগ্র আয়তনে মুক্তভাবে বিচরণক্ষম।

(xiii) গ্যাসের অণুগুলো অনবরত ধাক্কায় লিপ্ত থাকলেও এক ঘন আয়তনে অণুর সংখ্যা অপরিবর্তিত থাকে। এটি হতে সিদ্ধান্ত গ্রহণ করা যায় যে, আদর্শ গ্যাসের আণবিক ঘনত্ব সর্বদা স্থির থাকে। এখানে উল্লেখ থাকে যে, গ্যাসের মৌলিক স্বীকার্য যেসব গ্যাস সর্বতোভাবে মেনে চলে তাদেরকে আদর্শ গ্যাস বলে।

(xiv) গ্যাসের পরম তাপমাত্রা অণুগুলোর মোট গতিশক্তির সমানুপাতিক।

07. বায়ুমণ্ডলের জলীয়বাষ্প ঘনীভবনের জন্য নিচের কোনটি সংঘটিত হয় না?

(a) শিশির (b) কুয়াশা (c) ঝড় (d) বৃষ্টি

সমাধান: (c); বায়ুমণ্ডলে জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হওয়ার আনুষঙ্গিক ঘটনাঃ শিশির, কুয়াশা, মেঘ, বৃষ্টি, তুষার, শিলা ইত্যাদি।

08. কোনো গ্যাসের মূল গড় বর্গবেগ এবং পরম তাপমাত্রার সম্পর্ক–

(a) সমানুপাতিক (b) ব্যস্তানুপাতিক
(c) বর্গমূলের সমানুপাতিক (d) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক

সমাধান: (c); $C_{r.m.s} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \therefore C_{r.m.s} \propto \sqrt{T}$

09. বয়েলের সূত্র নিচের কোন প্রক্রিয়া মেনে চলে? [Ans: b]

(a) সমচাপ (b) সমোষ্ণ
(c) রুদ্ধতাপীয় (d) সম আয়তন

10. নাইট্রোজেন গ্যাসের ক্ষেত্রে গামা (γ) এর মান কত?

(a) 1.67 (b) 1.4 (c) 1.33 (d) 1.28

সমাধান: (b); যেহেতু N_2 দ্বিপারমাণবিক গ্যাস, সেহেতু $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = 1.40$। এক পারমাণবিক গ্যাসে, $\gamma = 1.67$। তিন পারমাণবিক গ্যাসে $\gamma = 1.33$।

11. আণবিক গতিশক্তি কোন রাশির উপর নির্ভরশীল? [Ans: b]

(a) ঘর্ষণ (b) তাপমাত্রা
(c) অন্তস্থশক্তি (d) তাপ

12. একই তাপমাত্রায় রংপুর অপেক্ষা টেকনাফ অস্বস্তিকর কেন? [Ans: c]

(a) বাতাসের চাপ কম (b) আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম
(c) আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি (d) বাতাসের চাপ বেশি

13. গ্যাসের গতিতত্ত্ব অনুসারে 0 K তাপমাত্রায় গ্যাসের গতিশক্তি কত? [Ans: c]

(a) অসীম (b) গড় গতিশক্তি
(c) শূন্য (d) কোনোটিই নয়

14. RMS বেগ- [Ans: a]

(a) $\sqrt{\frac{3RT}{M}}$ (b) $\sqrt{\frac{3}{2}RT}$ (c) $\frac{\sqrt{3RT}}{M}$ (d) $\sqrt{\frac{V}{M}RT}$

15. দুটি গ্যাস A এবং B-এর ঘনত্বের অনুপাত 1 : 2। তাদের চাপ P, তাপমাত্রা T। এক্ষেত্রে তাদের rms বেগের অনুপাত কত?

(a) 1 : 1 (b) 1 : 4 (c) $\sqrt{2} : 1$ (d) 2 : 1

সমাধান: (c); $C_{rms} = \sqrt{\frac{3p}{\rho}} \Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = \sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}} = \sqrt{2}:1$

16. পাঁচটি অণুর বেগ v, 2v, 3v, 4v, 5v। অণুগুলোর গড় বর্গবেগের বর্গমূল কত?
(a) $11\sqrt{v}$ (b) $\frac{v}{\sqrt{11}}$ (c) $\sqrt{11}\,v$ (d) 11 v

সমাধান: (c); $c_{rms} = \sqrt{\frac{v^2+4v^2+9v^2+16v^2+25v^2}{5}}$
$= \sqrt{11}\,v.$

17. কোন বক্তব্যটি সঠিক? [Ans: a]
(a) গড় বেগের মান, rms বেগ অপেক্ষা কম হয়
(b) rms বেগ ও সর্বাপেক্ষা সম্ভাব্য বেগ একই
(c) rms বেগ ও rms দ্রুতি একই
(d) rms বেগ ও গড় বেগের মান একই হয়

18. K- এর মান- [Ans: b]
(a) $1.38 \times 10^{34}\ JK^{-1}$ (b) $1.38 \times 10^{-23}\ JK^{-1}$
(c) $8.31\ JK^{-1}$ (d) $8.3\ Jm^{-1}K^{-1}$

19. নির্দিষ্ট ভরের কোনো গ্যাসের অণুগুলির গড় গতিশক্তি কমে গেলে — [Ans: b]
(a) গ্যাসটি গরম হয় (b) গ্যাসটি ঠাণ্ডা হয়
(c) গ্যাসটি প্রসারিত হয় (d) গ্যাসটি সংকুচিত হয়

20. গড় মুক্তপথ কোনটির ওপর নির্ভর করে না? [Ans: d]
(a) গ্যাসের ঘনত্ব (b) একটি অণুর ব্যাস
(c) একটি অণুর ভর (d) rms বেগ

21. নিচের কোনটি 10°C তাপমাত্রার শুষ্ক বাল্বের গ্লেসিয়ারের উৎপাদক? [Ans: a]
(a) 2.06 (b) 7.82 (c) 40.4 (d) 1.99

22. স্থির চাপে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন এর পরম তাপমাত্রার- [Ans: d]
(i) ব্যস্তানুপাতিক (ii) সমানুপাতিক
(iii) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii, iii (d) ii

23. জলীয় বাষ্পের চাপ বেড়ে যায়- [Ans: c]
(i) তাপমাত্রা হ্রাস পেলে (ii) তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে
(iii) তাপমাত্রা স্থির থাকলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

24. বায়ুর আর্দ্রতা কমে গেলে- [Ans: b]
(i) দ্রুত বাষ্পায়ন ঘটে
(ii) বাষ্পায়ন বন্ধ হয়ে যাবে
(iii) হাইগ্রোমিটারের দুই থার্মোমিটারের ব্যবধান কমে যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

ড. শাহজাহান তপন স্যার

01. স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ সহগের মান –[Ans: c]
(a) $0.0366°\ C^{-1}$ (b) $0.366°\ C^{-1}$
(c) $\frac{1}{273}°\ C^{-1}$ (d) $273°\ C^{-1}$

02. $\frac{pV}{2} = RT$ গ্যাস সমীকরণে V নির্দেশ করে – [Ans: c]
(a) পাত্রের আয়তন (b) 1 মোল গ্যাসের আয়তন
(c) 2 মোল গ্যাসের আয়তন (d) $\frac{1}{2}$ মোল গ্যাসের আয়তন

03. আদর্শ গ্যাসের চাপ – [Ans: c]
(a) $p = \frac{1}{3}\,\overline{c^2}$ (b) $p = \frac{1}{3\rho}\,\overline{c^2}$
(c) $p = \frac{1}{3}\,\rho\overline{c^2}$ (d) $p = \frac{1}{3}\,m\overline{c^2}$

04. চাপ, তাপমাত্রা ও আয়তন সংক্রান্ত কোন সূত্রটি সঠিক নয়? [Ans: c]
(a) $V = V_0\left(1 + \frac{\theta}{273}\right)$ (b) $p = p_0\left(1 + \frac{\theta}{273}\right)$
(c) $pV = \frac{M}{m}RT$ (d) $pV = nRT$

05. আমাদের দেশে সিক্ত ও বাল্ব হাইগ্রোমিটারের থার্মোমিটারদ্বয়ের পাঠের পার্থক্য কখন বেশি হয়? [Ans: b]
(a) গ্রীষ্মকালে (b) শীতকালে
(c) প্রত্যেক দিন সকালে (d) প্রত্যেক দিন বিকালে

06. দুটি অণুর বেগ যথাক্রমে $2\ ms^{-1}$ এবং $4\ ms^{-1}$ হলে অণুদ্বয়ের গড় বর্গবেগ কত?
(a) $\sqrt{3}\ m^2s^{-2}$ (b) $2\ m^2s^{-2}$
(c) $\sqrt{10}\ m^2s^{-2}$ (d) $10\ m^2s^{-2}$

সমাধান: (d); $\bar{c} = \frac{2^2+4^2}{2} = 10\ m^2s^{-2}.$

07. কোনো আবদ্ধ গ্যাসের তাপমাত্রা 0°C থেকে বাড়িয়ে 273°C করা হলে গ্যাসের অণুগুলোর গড় বেগ কতটুকু বৃদ্ধি পাবে?
(a) 40% (b) 50% (c) 60% (d) 100%

সমাধান: (a); $\frac{\bar{c}_1}{\bar{c}_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \Rightarrow \frac{\bar{c}_1}{\bar{c}_2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \therefore \bar{c}_2 = \sqrt{2}\,\bar{c}_1$
$\therefore \bar{c} = \sqrt{2}\ \bar{c}_1 - \bar{c}_1 = (\sqrt{2}-1)\bar{c}_1.$
$= 0.41\bar{c}_1 \times 100\% = 41\%.$ [সঠিক উত্তরঃ 41%]

08. কোনো গ্যাস অণুর গড় মুক্তপথ এর ব্যাসের- [Ans: b]
(a) সমানুপাতিক (b) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক
(c) বর্গের সমানুপাতিক (d) বর্গমূলের সমানুপাতিক

09. একটি বড় পাত্রের আয়তন $480\ m^3$ এবং তাপমাত্রা 293K। তাপমাত্রা 298 K এ উন্নীত হলে বায়ুর শতকরা কত অংশ বেরিয়ে যাবে?
(a) 1.71% (b) 48.71%
(c) 20.17% (d) None

সমাধান: (a); $V_2 = \frac{V_1T_2}{T_1} = 488.19m^3$.

∴ শতকরা পরিমাণ $= \frac{488.19 - 480}{480} \times 100\% = 1.71\%$.

10. দুটি ভিন্ন আদর্শ গ্যাস একই চাপে ভিন্ন ভিন্ন পাত্রে আবদ্ধ আছে। যদি ρ_1 ও ρ_2 এগুলোর ঘনত্ব এবং c_1 ও c_2 যথাক্রমে এগুলোর মূল গড় বর্গ বেগ হয়,তাহলে $\frac{c_1}{c_2}$ এর সমান হবে- [Ans: d]

(a) $\frac{\rho_1^2}{\rho_2^2}$ (b) $\frac{\rho_2^2}{\rho_1^2}$ (c) $\sqrt{\frac{\rho_1}{\rho_2}}$ (d) $\sqrt{\frac{\rho_2}{\rho_1}}$

11. T তাপমাত্রার এক লিটার বায়ুকে উত্তপ্ত করা হলে যতক্ষণ না বায়ুর চাপ ও আয়তন উভয়ই দ্বিগুণ হয়। চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত?

(a) $\frac{T}{2}$ (b) $\frac{T}{4}$ (c) 2T (d) 4T

সমাধান: (d); $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{2P_1 \times 2V_1}{T_2}$

$\therefore T_2 = 4T_1$

12. একটি নির্দিষ্ট ভরের শুষ্ক বায়ুর 20°C তাপমাত্রায় আয়তন 100cc। যদি উক্ত শুষ্ক বায়ুকে স্থির চাপে 50°C পর্যন্ত উত্তপ্ত করা হয়, তবে আয়তন কত হবে?

(a) 109 cc (b) 115 cc (c) 112 cc (d) 110 cc

সমাধান: (d); $V_2 = \frac{V_1T_2}{T_1} = 110.24$ cc.

13. কোনো আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা কেলভিন স্কেলে দ্বিগুণ করা হলে, তার অণুগুলোর rms বেগ কতগুণ বৃদ্ধি পাবে?

(a) 4 (b) 2 (c) 1.41 (d) 0.5

সমাধান: (c); $\frac{c_1}{c_2} = \sqrt{\frac{T_1}{2T_1}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$\therefore c_2 = \sqrt{2}c_1 = 1.41c_1$.

14. 27°C তাপমাত্রায় 300 ml পরিমাণ একটি গ্যাসকে একই চাপে রেখে 7°C তাপমাত্রায় নিয়ে আসা হলে এর আয়তন হবে-

(a) 280 ml (b) 540 ml (c) 350 ml (d) 135 ml

সমাধান: (a);

$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$

$\Rightarrow V_2 = \frac{T_2V_1}{T_1}$

$= \frac{280 \times 300}{300} = 280$ mL

এখানে, $T_1 = 27°C$
$= (27 + 273)K$
$= 300K$
$T_2 = 7°C$
$= (7 + 273)K$
$= 280$ K

15. তিনটি বিবৃতি দেওয়া হলো-

(i) চাপ স্থির থাকলে আয়তন ও তাপমাত্রার সম্পর্ক চার্লসের সূত্র থেকে পাওয়া যায় [Ans: d]

(ii) পরমশূন্য তাপমাত্রা কেলভিন স্কেলে 0K

(iii) প্রমাণ তাপমাত্রা সেলসিয়াস স্কেলে 0°C

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

16. আদর্শ গ্যাসের চাপের রাশিমালা হবে- [Ans: a]

(i) $p = \frac{1}{3}mn\,\overline{c}^2$ (ii) $p = \frac{1}{3}\rho\overline{c}^2$ (iii) $p = \frac{2}{3}RT$

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

ড. তফাজ্জল হোসেন স্যার

01. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে অণুগুলোর গড় বর্গবেগ–

(a) হ্রাস পায় (b) বৃদ্ধি পায়

(c) অপরিবর্তিত থাকে

(d) কখনও হ্রাস পায় কখনও বৃদ্ধি পায়

সমাধান: (b); গড় বর্গবেগ $\overline{C} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$.

02. একটি গ্যাস সমীকরণ হচ্ছে: PV = nRT এখানে, n কী?

(a) মোলার সংখ্যা (b) মোল সংখ্যা [Ans: b]

(c) অণু সংখ্যা (d) কম্পাঙ্ক

03. এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপ হচ্ছে-

(a) 76 Pa (b) 760 Pa

(c) 1.013×10^5 Pa (d) 273 Pa

সমাধান: (c); 1 atm = 760 mmHg
$= 1.013 \times 10^5$ Pa.

04. একটি আদর্শ গ্যাসের স্থির তাপমাত্রায় চাপ দ্বিগুণ করা হলে এর আয়তন–

(a) 4 গুণ হবে (b) দ্বি-গুণ হবে

(c) অর্ধেক হবে (d) এক-চতুর্থাংশ

সমাধান: (c); $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow P_1V_1 = 2P_1V_2$

$\therefore V_2 = \frac{1}{2}V_1$

05. 64 g অক্সিজেন (O_2) গ্যাসে কতগুলো অণু আছে? [Ans: b]

(a) N_A (b) $2N_A$ (c) $32N_A$ (d) $64N_A$

06. কোন আদর্শ গ্যাসের আয়তন সমানুপাতিক হবে তার– [Ans: c]

(a) চাপের (b) সেলসিয়াস তাপমাত্রার

(c) পরম তাপমাত্রার (d) ফারেনহাইট তাপমাত্রার

07. একটি বদ্ধ পাত্রে P চাপে কিছু গ্যাস রাখা আছে। যদি গ্যাসের ভর অর্ধেক কিন্তু অণুসমূহের দ্রুতি দ্বিগুণ করা হয় বর্তমান চাপ হবে-
(a) 4P (b) 2P (c) P (d) P/2
সমাধান: (b); $P_2 = \frac{1}{3}\rho_2 c_2^2 = \frac{1}{3}.\frac{m_2}{V_2}.c_2^2$
$= \frac{1}{3}.\frac{\frac{m_1}{2}}{V_1}.(2c_1)^2 = 2.\frac{1}{3}.\frac{m_1}{V_1}.c_1^2 = 2.\frac{1}{3}\rho_1 c_1^2 = 2P_1.$

08. কক্ষ তাপমাত্রায় কোন দ্বি-পারমাণবিক গ্যাসের rms দ্রুতি পাওয়া গেল 1920 m/s; গ্যাসটি হবে- [Ans: a]
(a) H_2 (b) F_2 (c) O_2 (d) CO_2

09. 1 মোল আদর্শ গ্যাসকে 0°C তাপমাত্রায় 1L আয়তনের পাত্রে রাখলে চাপের পরিমাণ হবে — [Ans: a]
(a) 22.4 atm (b) 11.2 atm (c) 1 atm (d) $\frac{1}{22.4}$ atm

10. স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে কিছু পরিমাণ শুষ্ক বায়ুকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় সংনমিত করে আয়তন অর্ধেক করা হলো। চূড়ান্ত চাপ হবে–
(a) 4.04×10^{-2} N/m² (b) 2.02×10^{-5} N/m²
(c) 2.20×10^{-5} N/m² (d) 4.04×10^{-5} N/m²
সমাধান: (সঠিক উত্তর নেই); $P_2 = \frac{P_1 V_2}{V_1} = \frac{1.013\times10^5\times\frac{V_1}{2}}{V_1}$
$= 2.02 \times 10^5$ N/m²

11. যে তাপমাত্রায় প্রমাণ চাপে বিশুদ্ধ পানি জলীয় বাষ্পের সাথে সাম্যাবস্থায় থাকে তাকে বলা হয়- [Ans: a]
(a) ঊর্ধ্ব স্থির বিন্দু (b) নিম্ন স্থির বিন্দু
(c) বরফ বিন্দু (d) ত্রৈধ বিন্দু

12. সেলসিয়াস স্কেলের 100 ভাগ ফারেনহাইট স্কেলের কত ভাগের সমান?
(a) 212 (b) 180 (c) 173 (d) 100
সমাধান: (b); (i) সেলসিয়াস স্কেলে → গলনাঙ্ক 0°C এবং স্ফুটনাঙ্ক 100°C; ∴ মৌলিক ব্যবধান 100।
(ii) ফারেনহাইট স্কেলে → গলনাঙ্ক 32°F এবং স্ফুটনাঙ্ক 212°F ∴ মৌলিক ব্যবধান 180।

13. একটি কক্ষের তাপমাত্রা 30°C; ফারেনহাইট স্কেলে এর মান কত?
(a) 86°F (b) 80°F (c) 70°F (d) 68°F
সমাধান: (a); $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} \Rightarrow \frac{30}{5} = \frac{F-32}{9}$
$\Rightarrow F - 32 = 54 \Rightarrow F = 86°F.$

14. এক মোল হাইড্রোজেন এবং এক মোল অক্সিজেনের ভর যথাক্রমে 2 g এবং 32 g হলে কোন একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তাদের r.m.s বেগের অনুপাত হবে-
(a) 8 (b) 6 (c) 5 (d) 4
সমাধান: (d); $\frac{C_1}{C_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \sqrt{\frac{32}{2}} = 4.$

15. প্রমাণ চাপ = 760 mm পারদ স্তম্ভ চাপ = কত? [Ans: a]
(a) 1.013×10^5 Pa (b) 1.013×10^4 Pa
(c) 1.013×10^{-4} Pa (d) 1.013×10^{-5} Pa

16. আদর্শ গ্যাসের চাপ, আয়তন ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক – [Ans: a]
(i) $\frac{PV}{T}$ = ধ্রুবক (ii) $\frac{PT}{V}$ = ধ্রুবক
(iii) PV = RT
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, iii (b) ii, iii (c) ii (d) i, ii, iii

17. প্রতি গ্যাস অণুর গড় গতি শক্তি - [Ans: c]
(i) $\frac{3}{2}$RT (ii) $\frac{3}{2}$kT (iii) $\frac{1}{3}$RT
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii (d) i, ii, iii

18. পরম শূন্য তাপমাত্রা হল যে তাপমাত্রায় - [Ans: b]
(i) গ্যাসের চাপ শূন্য হয়
(ii) গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়
(iii) যে তাপমাত্রায় তরল হিলিয়াম কঠিনে রূপান্তরিত হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii (d) i, ii, iii

19. চাপ স্থির রেখে গ্যাসে তাপ দেয়া হলে, এর আয়তন- [Ans: a]
(i) বৃদ্ধি পায় (ii) হ্রাস পায়
(iii) অপরিবর্তিত থাকে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, iii (d) ii, iii

MCQ: সম্ভাব্য নমুনা প্রশ্ন ও সমাধান

01. শুষ্ক বায়ু বলতে কী বোঝায়? [Ans. b]
(a) শিশিরাঙ্ক 0°C (b) পরম আর্দ্রতা শূন্য
(c) শিশিরাঙ্ক 1°C (d) আপেক্ষিক আর্দ্রতা শূন্য

02. বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয়ে কোনটি ব্যবহৃত হয়? [Ans. d]
(a) ক্রনোমিটার (b) ম্যাক্রোমিটার
(c) স্ফিগমোম্যানোমিটার (d) হাইগ্রোমিটার

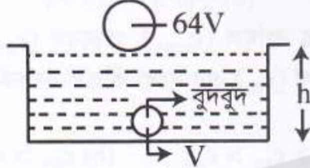
03. নিচের কোন তাপমাত্রায় পৌঁছানোর পূর্বেই যেকোনো গ্যাস তরলে পরিণত হয়? [Ans. d]
(a)100°C (b) 4°C (c) 0°C (d) −273°C

04. 27°C তাপমাত্রায় O_2 অণুর মূল গড় বর্গ বেগের মান কত?
(a) 415.28ms^{-1} (b) 341.8ms^{-1}
(c) 465.9ms^{-1} (d) 483.56ms^{-1}

সমাধান: (d); $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3\times8.314\times300}{32\times10^{-3}}}$
$= 483.56ms^{-1}$

05. আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য– **[Ans. a]**
(i) $PV = nRT$ (ii) $P_1V_1 = P_2V_2$
(iii) $P_1T_1 = P_2T_2$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



তরলের ঘনত্ব = ρ। চিত্রে প্রদর্শিত হ্রদটির সর্বত্র তাপমাত্রা সমান।

06. বুদবুদটি হ্রদের পৃষ্ঠে আসায় এর ব্যাসার্ধ কত গুণ হবে?
(a) $(\sqrt{2})^3$ (b) 8 (c) 4 (d) 2
সমাধান: (c); আয়তন 64 গুণ হয়েছে;
$V \propto r^3 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \frac{r_1^3}{r_2^3} \Rightarrow \frac{1}{64} = \frac{r_1^3}{r_2^3} \Rightarrow r_2^3 = 64r_1^3$
$\Rightarrow r_2 = 4r_1$

07. তথ্যগুলো লক্ষ্য কর - **[Ans. d]**
(i) হ্রদের তলদেশে চাপ বেশি
(ii) উপরে ও নিচে চাপের পার্থক্য hρg
(iii) বুদবুদটির ক্ষেত্রে বয়েলের সূত্র প্রযোজ্য
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

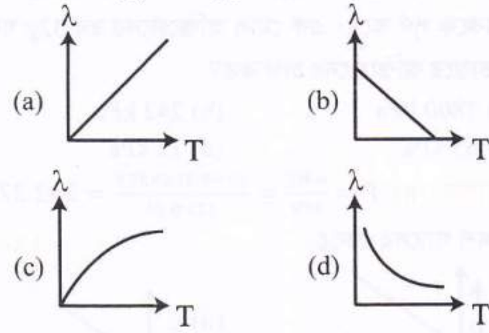
08. গ্যাসের প্রতিটি অণুর গতিশক্তি প্রতি মাত্রায় পরিমাণ কত? **[Ans. b]**
(a) $\frac{3}{2}RT$ (b) $\frac{1}{2}KT$
(c) $\frac{3}{2}nKT$ (d) $\frac{3}{2}nRT$

09. স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে R-এর মান কত? **[Ans. a]**
(a) $8.314JK^{-1}mol^{-1}$ (b) $8.314J^{-1}Kmol^{-1}$
(c) $8.314JK^{-1}mol$ (d) $8.314KJ^{-1}mol^{-1}$

10. গ্যাসের পরমশূন্য তাপমাত্রার মান হচ্ছে– **[Ans. c]**
(i) 0°C (ii) 0K (iii) −273°C
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) ii (b) iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

11. গ্যাসের মৌলিক স্বীকার্য অনুসারে— **[Ans. c]**
(i) একটি গ্যাসের সকল অণু সদৃশ
(ii) গ্যাসের শক্তি বিভব শক্তি
(iii) তাপমাত্রার সাথে গ্যাস অণুর বেগ বৃদ্ধি পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

12. গ্যাসের গড়মুক্ত পথ (λ) ও তাপমাত্রার লেখচিত্র কোনটি?



সমাধান: (a); $\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}n\pi\sigma^2} \therefore \lambda \propto \frac{1}{n}$, কিন্তু, $n \propto \frac{1}{T}$
$\therefore \lambda \propto T$

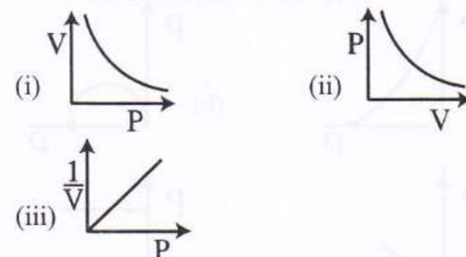
13. স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে নাইট্রোজেনের ঘনত্ব $1.25Kgm^{-3}$ হলে 100°C তাপমাত্রায় নাইট্রোজেনের অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূলের মান কত ms^{-1}?
(a) 465.16 (b) 501.32 (c) 576.38 (d) 847.36
সমাধান: (c); $C_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M_{N_2}}} = \sqrt{\frac{3\times8.314\times373}{28\times10^{-3}}}$
$= 576.38ms^{-1}$

14. স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন বনাম তাপমাত্রা এর লেখচিত্র কিরূপ হবে?
(a) পরাবৃত্ত (b) সরলরেখা (c) উপবৃত্ত (d) অধিবৃত্ত
সমাধান: (b); $V \propto T$

15. স্থির চাপে 27°C তাপমাত্রায় কোনো আদর্শ গ্যাসের আয়তন $2cm^3$ হলে 127°C তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন কত?
(a) $1.5\ cm^3$ (b) $2\ cm^3$
(c) $2.67\ cm^3$ (d) $9.41\ cm^3$
সমাধান: (c); $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1\times T_2}{T_1}$
$\Rightarrow V_2 = \frac{2\times400}{300} = 2.67cm^3$

16. নিচের কোথায় সাধারণত বাতাসে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেশি থাকে? **[Ans. a]**
(a) টেকনাফ (b) রাজশাহী (c) ময়মনসিংহ (d) তেতুলিয়া

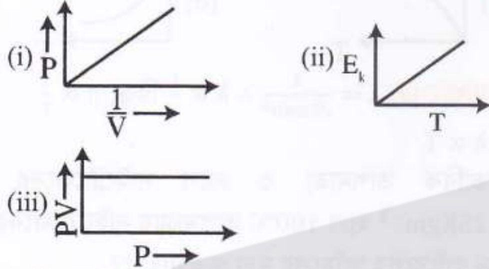
17. P − V লেখচিত্র নিম্নরূপে দেয়া হলো — **[Ans. d]**

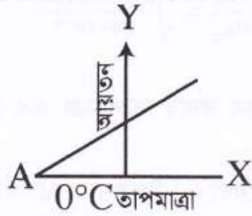


বয়েলের সূত্র অনুসারে কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii
সমাধান: (d); $P \propto \frac{1}{V}$

18. 100°C তাপমাত্রায় 20g অক্সিজেন একটি 20cm দৈর্ঘ্যের ঘনককে পূর্ণ করে। এক মোল অক্সিজেনের ভর 32g ঘনকের অভ্যন্তরে অক্সিজেনের চাপ কত?
(a) 7800 kPa (b) 242 kPa
(c) 65 kPa (d) 12 kPa
সমাধান: (b); $P = \frac{wRT}{MV} = \frac{20\times8.314\times373}{32\times0.2^3} = 242.27kPa$

19. আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে– [Ans. d]





নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

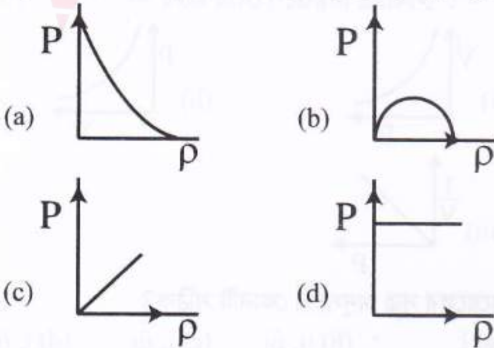
20. Y, আয়তন, A, X, 0°C তাপমাত্রা

লেখচিত্রে চার্লসের সূত্র প্রয়োগ করলে A বিন্দুর তাপমাত্রা কত হবে? [Ans. d]
(a) −273 K (b) 0°C (c) 100°C (d) −273°C

21. চাপ, তাপমাত্রা ও আয়তন সংক্রান্ত কোনো সূত্রটি সঠিক নয়? [Ans. d]
(a) $V_\theta = V_0\left(1 + \frac{\theta}{273}\right)$ (b) $P_\theta = P_0\left(1 + \frac{\theta}{273}\right)$
(c) $PV = nRT$ (d) $PV = \frac{M}{m}RT$

22. দ্বি-পারমাণবিক গ্যাসের ক্ষেত্রে $\frac{C_P}{C_V}$ এর মান কত? [Ans. c]
(a) 1.33 (b) 1.67 (c) 1.41 (d) 1.8

23. স্থির তাপমাত্রায় গ্যাসের ক্ষেত্রে কোন লেখচিত্রটি সঠিক?



সমাধান: (c); $p = \frac{\rho M}{RT} \Rightarrow p \propto \rho$

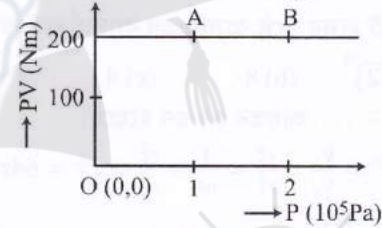
24. আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত হলে শিশিরাঙ্ক বায়ুর তাপমাত্রার সমান হবে? [Ans. d]
(a) শূন্য (b) 50% (c) 75% (d) 100%

25. বোল্টজম্যান ধ্রুবক 'K' এর মান কত? [Ans. a]
(a) $1.38\times10^{-23}JK^{-1}$ (b) $1.38\times10^{23}JK^{-1}$
(c) $1.28\times10^{23}JK^{-1}$ (d) $1.28\times10^{-23}JK^{-1}$

26. বায়ুমণ্ডলে জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হওয়ার ফল নয় কোনটি? [Ans. c]
(a) শিশির (b) কুয়াশা (c) ঝড় (d) বৃষ্টি

27. গড় বেগের বর্গমূল (c_{rms}), গড়বেগ (c_{av}) এবং সর্বাধিক সম্ভাব্য বেগ (c_m) এর মধ্যে কীরূপ সম্পর্ক দেখা যায়? [Ans. d]
(a) $c_{rms} > c_m > c_{av}$ (b) $c_{av} > c_m > c_{rms}$
(c) $c_m > c_{av} > c_{rms}$ (d) $c_{rms} > c_{av} > c_m$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



28. লেখচিত্রটি কোন সূত্রকে সমর্থন করে? [Ans. a]
(a) বয়েলের সূত্র (b) চার্লসের সূত্র
(c) চাপের সূত্র (d) আয়তনের সূত্র

29. A এবং B বিন্দুতে গ্যাসের আয়তনের অনুপাত– [Ans. d]
(a) 1:1 (b) 1:2 (c) 1:3 (d) 2:1

30. স্থির চাপে কোনো তাপমাত্রায় হাইড্রোজেনের মূল গড় বর্গবেগ সাধারণ চাপে ও তাপমাত্রায় মূল গড় বর্গবেগের দ্বিগুণ হবে?
(a) 992K (b) 1092K (c) 1192K (d) 1292K
সমাধান: (b); $c_{rms} \propto \sqrt{T} \Rightarrow \sqrt{\frac{T}{273}} = 2 \Rightarrow T = 1092K$

31. পরমশূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসীয় অণুগুলোর ক্ষেত্রে– [Ans. b]
(i) আয়তন শূন্য হয়
(ii) গতিশক্তি সর্বাধিক হয় (iii) গতিশক্তি লোপ পায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

32. তিনটি গ্যাস অণুর বেগ যথাক্রমে $15ms^{-1}, 30ms^{-1}$ এবং $35ms^{-1}$। এদের মূল গড় বর্গ বেগ হলো–
(a) $28ms^{-1}$ (b) $30.3ms^{-1}$
(c) $30\ ms^{-1}$ (d) $916.7\ ms^{-1}$
সমাধান: (a); $v_{rms} = \sqrt{\frac{v_1^2+v_2^2+v_3^2}{3}} = \sqrt{\frac{15^2+30^2+35^2}{3}}$
$= 28ms^{-1}$

33. কোনো একদিন সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব থার্মোমিটারের পাঠ যথাক্রমে 28°C ও 30°C পাওয়া গেল। ঐ দিন শিশিরাঙ্ক 26.7°C হলে বায়ুর তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক কত?
(a) 1.67 (b) 1.66 (c) 1.65 (d) 1.64
সমাধান: (c); $\theta_1 - \theta = G(\theta_1 - \theta_2)$
$\Rightarrow 30° - 26.7° = G(30° - 28°) \Rightarrow G = 1.65$

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
27°C তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের গড়বর্গের বর্গমূল মান $1930ms^{-1}$ পাওয়া গেল।

34. গ্যাসটির নাম কি?
(a) H_2 (b) F_2 (c) O_2 (d) Cl_2
সমাধান: (a); $c_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = 1930$
$\Rightarrow M = \frac{3\times8.314\times300}{1930^2} = 2\times10^{-3}$ ∴ গ্যাসটি H_2।

35. গ্যাসটির শক্তির সমবিভাজন নীতি অনুযায়ী গড় গতিশক্তি কত? [Ans. c]
(a) $\frac{1}{2}KT$ (b) $\frac{3}{2}KT$ (c) $\frac{5}{2}KT$ (d) $\frac{7}{2}KT$

36. অক্সিজেন অণুর স্বাধীনতার মাত্রা কত? [Ans. c]
(a) 2 (b) 3 (c) 5 (d) 6

37. গ্যাসের অণুগুলো যদি বিন্দু হতো তাহলে গড় মুক্ত পথ হতো- [Ans. d]
(a) অণুর ব্যাসের সমান (b) খুব ক্ষুদ্র
(c) শূন্য (d) অসীম

38. শুষ্ক ও সিক্ত বাল্ব আর্দ্রতামাপক যন্ত্রে থার্মোমিটার দুটির তাপমাত্রার পার্থক্য হঠাৎ কমে গেলে কোনটি বোঝায়? [Ans. c]
(a) বাতাস শুষ্ক (b) বাতাস আর্দ্র
(c) ঝড় হতে পারে (d) বৃষ্টি হতে পারে

39. স্বাভাবিক চাপ ও তাপমাত্রায় 1gm অণু গ্যাসের আয়তন কত? [Ans. b]
(a) 224 litre (b) 22.4 litre
(c) $22.4m^3$ (d) $224\ cm^3$

40. 760mm পারদ চাপে কোনো গ্যাসের আয়তন $10^{-4}m^3$। স্থির তাপমাত্রায় কত চাপে এর আয়তন $8\times10^{-3}m^3$ হবে?
(a) 95mm পারদ চাপ (b) 88mm পারদ চাপ
(c) 75mm পারদ চাপ (d) 68mm পারদ চাপ
সমাধান: (a); $P_1V_1 = P_2V_2$
$\Rightarrow P_2 = \frac{760\times10^{-4}}{8\times10^{-4}} = 95mm\ Hg$

41. গ্যাসের একক আয়তনের চাপ এর গতিশক্তির কত অংশ?
(a) $\frac{3}{2}$ অংশ (b) $\frac{1}{3}$ অংশ (c) $\frac{2}{3}$ অংশ (d) $\frac{1}{2}$ অংশ
সমাধান: (c); $P = \frac{2}{3}\frac{E}{V}$ [যেহেতু $V = 1$] ∴ $P = \frac{2}{3}E$

42. বয়েলের সূত্র মানে না- [Ans. b]
(a) আদর্শ গ্যাস (b) সম্পৃক্ত বাষ্প
(c) অসম্পৃক্ত বাষ্প (d) কোনোটিই নয়

43. যে তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু, এর মধ্যে অবস্থিত জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় সেই তাপমাত্রাকে কী বলা হয়? [Ans. c]
(a) পরম আর্দ্রতা (b) আপেক্ষিক আর্দ্রতা
(c) শিশিরাঙ্ক (d) কোনটিই নয়

44. অসম্পৃক্ত বাষ্প মেনে চলে- [Ans. d]
(a) চাপের সূত্র (b) চার্লসের সূত্র
(c) বয়েলের সূত্র (d) বয়েল ও চার্লসের সূত্র

45. সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব আর্দ্রতামাপক যন্ত্রের দুই থার্মোমিটারে তাপমাত্রার পার্থক্য হঠাৎ বেড়ে গেলে বোঝা যায় ঐ স্থানে-
(i) আপেক্ষিক আর্দ্রতা বৃদ্ধি পেয়েছে [Ans. c]
(ii) আপেক্ষিক আর্দ্রতা হ্রাস পেয়েছে
(iii) ভিজা কাপড় তাড়াতাড়ি শুকাবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

46. $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ সম্পর্কটি কোনো সূত্রকে সমর্থন করে? [Ans. b]
(a) বয়েলের সূত্র (b) চার্লসের সূত্র
(c) চাপের সূত্র (d) অ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্র

47. পরম স্কেলে চাপের সূত্র হলো- [Ans. c]
(a) $P \propto T^2$ (b) $P \propto \frac{1}{T}$ (c) $P \propto T$ (d) $P \propto \sqrt{T}$

48. একটি বুদবুদ হ্রদের তলদেশ থেকে উপরিপৃষ্ঠে উঠে আসায় এর আয়তন আটগুণ হয়। বায়ুমণ্ডলের চাপ H মিটার উচ্চতার পানি স্তম্ভের সমান হলে হ্রদের গভীরতা হবে- [Ans. d]
(a) H (b) 3 H (c) 5 H (d) 7 H

49. বর্ষার দিন অপেক্ষা শীতকালে ভিজা কাপড় তাড়াতাড়ি শুকায় কেন? [Ans. b]
(a) বাতাসে জলীয়বাষ্প বেশি থাকে
(b) বাতাসে জলীয়বাষ্প কম থাকে
(c) বাতাসের চাপ বেশি (d) বাতাসের চাপ কম

50. শুষ্ক ও সিক্ত বাল্বের মধ্যে তাপমাত্রার অধিক পার্থক্য নির্দেশ করে- [Ans. b]
(a) উচ্চ আপেক্ষিক আর্দ্রতা (b) নিম্ন আপেক্ষিক আর্দ্রতা
(c) উচ্চ শিশিরাঙ্ক (d) কোনটিই নয়

51. প্রতিটি অণুর গড় গতিশক্তি কত? [Ans. a]
(a) $\frac{E}{N_A}$ (b) $\sqrt{\frac{3KT}{m}}$ (c) $\frac{3kT}{m}$ (d) $\sqrt{\frac{3RT}{M}}$

52. কীভাবে অসম্পৃক্ত বাষ্পকে সম্পৃক্ত বাষ্পে পরিণত করা যায়? [Ans. b]
(a) তাপমাত্রা বাড়িয়ে (b) তাপমাত্রা কমিয়ে
(c) চাপ কমিয়ে (d) চাপ বৃদ্ধি করে

জ্ঞানমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. শক্তির সমবিভাজন নীতি কী? [RB'22]

উত্তর: তাপীয় সাম্যাবস্থায় আছে এমন তাপ গতীয় সিস্টেমের মোট শক্তি বিভিন্ন স্বাধীনতার মাত্রার ভেতর সমভাবে বণ্টিত হয় এবং প্রত্যেক স্বাধীনতার মাত্রা পিছু শক্তির পরিমাণ সমান হয়।

02. বাস্তব গ্যাস কী? [BB'22]

উত্তর: যে সকল গ্যাস সকল তাপমাত্রা ও চাপে বয়েল, চার্লস এবং অ্যাভোগ্যাড্রো সূত্র মেনে চলে না, তাদেরকে বাস্তব গ্যাস বলে।

03. গড়মুক্ত পথ কাকে বলে? [JB'22]

উত্তর: কোনো অণুর পরপর দুটি সংঘর্ষের মধ্যবর্তী দূরত্বগুলোর গড় নিলে যে দূরত্ব পাওয়া যায় তাকেই গড়মুক্ত পথ বলে।

04. আপেক্ষিক আর্দ্রতা কাকে বলে? [JB'22; DB'21; Din.B'21; Ctg.B'17; CB'17; RB'16]

উত্তর: কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের ভর এবং সেই তাপমাত্রায় সেই আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয়বাষ্পের ভরের অনুপাত হলো ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে।

05. শিশিরাঙ্ক কী? [SB'22; MB'22; DB'21; RB'21; Ctg.B'21; BB'19; CB'19; RB'17; BB'17; RB'15]

উত্তর: যে তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু এর মধ্যে অবস্থিত জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় সেই তাপমাত্রাকে শিশিরাঙ্ক বলে।

06. পরমশূন্য তাপমাত্রা কী? [Ctg.B' 21; CB'21]

উত্তর: যে তাপমাত্রায় স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন শূন্য হয় তাকে পরমশূন্য তাপমাত্রা বলে।

07. হাইগ্রোমিটার কী? [SB' 21]

উত্তর: বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয়ের জন্য যে যন্ত্র ব্যবহৃত হয় তাকে হাইগ্রোমিটার বলে।

08. আদর্শ গ্যাস কী? [SB' 21; MB'21; RB'19; Din.B'17; Ctg.B'15; SB'15]

উত্তর: যে সকল গ্যাস গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্যসমূহ মেনে চলে এবং সকল তাপমাত্রায় ও চাপে বয়েল ও চার্লসের সূত্র যুগ্মভাবে মেনে চলে তাদেরকে আদর্শ গ্যাস বলে।

09. সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক কাকে বলে? [BB' 21; CB'15]

উত্তর: এক মোল আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা এক কেলভিন বাড়াতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করতে হয় তাকে সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক বলে।

10. প্রমাণ চাপ কী? [BB' 21; All B'18; Ctg.B'16;DB'15]

উত্তর: 45° অক্ষাংশে 273K তাপমাত্রায় উলম্বভাবে অবস্থিত 760mm উচ্চতাবিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভ যে চাপ দেয় তাকে প্রমাণ চাপ বলে।

11. বয়েলের সূত্রটি বিবৃত কর। [Ctg.B'22;JB' 21; JB' 19]

উত্তর: তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন তার চাপের ব্যস্তানুপাতিক।

12. পরম আর্দ্রতা কাকে বলে? [Din.B'22; CB' 21; BB'15]

উত্তর: কোনো সময় কোনো স্থানের একক আয়তনের বায়ুতে যে পরিমাণ জলীয়বাষ্প থাকে তাকে ঐ স্থানের বায়ুর পরম আর্দ্রতা বলে।

13. স্বাধীনতার মাত্রা কী? [CB'2; DB' 19; RB'17]

উত্তর: একটি বস্তুর গতিশীল অবস্থা বা অবস্থান সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করার জন্য যত সংখ্যক স্বাধীন চলরাশির প্রয়োজন হয় তাকে স্বাধীনতার মাত্রা বলে।

14. সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কাকে বলে? [Ctg.B' 19; DB'16]

উত্তর: কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবদ্ধ স্থানের বাষ্প সর্বাধিক যে চাপ দিতে পারে তাকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বলে।

15. মূল গড় বর্গ বেগ কাকে বলে? [SB' 17]

উত্তর: কোনো গ্যাসের সকল অণুর বেগের বর্গের গড়মানের বর্গমূলকে মূল গড় বর্গবেগ বলে।

◆ CQ: সম্ভাব্য জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. আদর্শ গ্যাস সমীকরণটি লিখ।

উত্তর: $PV = nRT$

02. বাস্তব গ্যাস সমীকরণটি লিখ।

উত্তর: $(V - nb)\left(P + \frac{n^2a}{V^2}\right) = nRT$

অনুধাবনমূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. **পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধির সাথে অণুর গড় বর্গবেগও বৃদ্ধি পায়—ব্যাখ্যা কর।** **[DB'22; RB'16]**

উত্তর: জলীয়বাষ্পের ঘনত্ব বায়ুর ঘনত্ব অপেক্ষা কম। তাই বায়ুর পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধি পেলে অর্থাৎ, বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বৃদ্ধি পেলে বায়ুর ঘনত্ব হ্রাস পায়।

আমরা জানি, গ্যাস অণুর গড় বর্গবেগ, $\bar{c}^2 = \frac{3P}{\rho}$

সমীকরণ থেকে দেখা যায়, চাপ স্থির থাকলে $\bar{c}^2 \propto \frac{1}{\rho}$ অর্থাৎ, গ্যাস অণুর গড় বর্গবেগ ঘনত্বের ব্যস্তানুপাতিক। এজন্য বায়ুর পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধিতে গ্যাস অণুর গড় বর্গবেগ বৃদ্ধি পায়।

02. **একই তাপমাত্রায় ঢাকা অপেক্ষা কক্সবাজারে অস্বস্তিকর অনুভূত হয় কেন?** **[RB'22]**

উত্তর: কক্সবাজার সমুদ্রতীরবর্তী বলে সেখানে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি। ঢাকা থেকে সমুদ্র দূরে হওয়ায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম। আপেক্ষিক আর্দ্রতা বাড়লে বাষ্পায়নের হার কমে। ফলে ঢাকায় নির্গত ঘাম কক্সবাজার অপেক্ষা তাড়াতাড়ি শুকাবে। আর ঢাকায় কক্সবাজার অপেক্ষা দ্রুত সুপ্ত তাপ গ্রহণ করবে ও শরীর শীতল লাগবে।

03. **গ্যাসের তাপমাত্রার সাথে ঘনত্বের পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর।** **[Ctg.B'22]**

উত্তর: গ্যাসের ঘনত্ব তাপমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক। কারণ তাপমাত্রা বাড়লে আয়তন বাড়ে, কিন্তু ভর স্থির থাকায় ঘনত্ব কমে যায়। তাই তাপমাত্রা বাড়ালে গ্যাসের ঘনত্ব কমে যায়, আর তাপমাত্রা কমালে ঘনত্ব বেড়ে যায়।

04. **গ্যাসের গতিতত্ত্ব বয়েলের সূত্রকে সমর্থন করে কি? ব্যাখ্যা কর।** **[SB'22]**

উত্তর: গ্যাসের গতিতত্ত্ব বয়েলের সূত্রকে সমর্থন করে। গ্যাসের গতিতত্ত্ব হতে প্রাপ্ত গ্যাসের আদর্শ গতীয় সমীকরণ, $PV = \frac{1}{3}\ mNc^2$

এখন, $PV = \frac{1}{3}\ mNc^2 = \frac{2}{3}N \times \frac{1}{2}\ mc^2 = \frac{2}{3}\ E_T \ldots \ldots \ldots (i)$

এখানে, $\frac{1}{2}\ mc^2$ অণুসমূহের গড় গতিশক্তি। তাই অণুসমূহের মোট শক্তি $\frac{1}{2}\ mNc^2 = E_T$ আর মোট গতিশক্তি কেলভিন তাপমাত্রার সমানুপাতিক। তাহলে $E_T \propto T$ বা, $E_T = KT$

K হলো ধ্রুবক। এখন তা (i) নং এ বসিয়ে পাই, $PV = \left(\frac{2}{3}\right) \times KT$ অথবা $PV = KT$ তাহলে $V = k'\left(\frac{T}{P}\right)$ বা, $V \propto \frac{1}{P}$ (স্থির তাপমাত্রায়) যা বয়েলের সূত্রের গাণিতিকরূপ। সুতরাং গতিতত্ত্ব হতে বয়েলের সূত্র উপপাদন করা যায়। অর্থাৎ, গ্যাসের গতিতত্ত্ব বয়েলের সূত্র মেনে চলে।

05. **ঠাণ্ডা পানির জন্য পিতলের কলসী এবং মাটির কলসীর মধ্যে কোনটি বেশি উপযোগী? ব্যাখ্যা কর।** **[BB'22]**

উত্তর: ঠাণ্ডা পানির জন্য পিতলের কলসী এবং মাটির কলসীর মধ্যে মাটির কলসী অধিক উপযোগী। কেননা, মাটির কলসীতে অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র ছিদ্র (pore) থাকে। এসকল ছিদ্র হতে নির্গত পানি বাষ্পায়নের সময় মাটির কলস হতে সুপ্ততাপ গ্রহণ করে। ফলে মাটির কলসী অধিক সময় ঠাণ্ডা থাকে। তাই ঠাণ্ডা পানির জন্য এটা অধিক উপযোগী।

06. **আকাশ মেঘলা থাকলে শিশির পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর।** **[JB'22]**

উত্তর: আকাশ মেঘলা থাকলে শিশির পড়ে না এর মূল কারণ মেঘ তাপরোধী পদার্থ বলে ভূ-পৃষ্ঠ হতে তাপ বিকিরিত হতে পারে না। ফলে পরিবেশে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় এবং জলীয়বাষ্পের ধারণ ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। তাই শিশির জমে না।

07. **পরমশূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসের গতিশক্তি শূন্য হয়—ব্যাখ্যা কর।** **[CB'22]**

উত্তর: কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের ক্ষেত্রে একটি অণুর গতিশক্তি পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক। অর্থাৎ, গ্যাসের সুষম তাপমাত্রার মূল কারণ এর অণুগুলোর মধ্যে গতিশক্তির সুষম বণ্টন। গড় গতিশক্তি বৃদ্ধি পেলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে। আবার গড় গতিশক্তি হ্রাস পেলে তাপমাত্রা হ্রাস পাবে। অতএব পরমশূন্য তাপমাত্রায় অণুর গতিশক্তি শূন্য হবে।

08. **বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেড়ে গেলে বায়ুমণ্ডলীয় চাপের কীরূপ পরিবর্তন হয়? ব্যাখ্যা কর।** **[Din.B'22]**

উত্তর: বায়ুতে জলীয়বাষ্প থাকলে বা বায়ু আর্দ্র থাকলে এর ঘনত্বেরও পরিবর্তন হয়। আর্দ্র বায়ু বা জলীয়বাষ্প পূর্ণ বায়ুর ঘনত্ব শুষ্ক বায়ুর ঘনত্বের তুলনায় কম। অর্থাৎ, বায়ুতে জলীয়বাষ্প যত বেড়ে যায়, এর ঘনত্বও তত কমে যায়। যদি তাপমাত্রা স্থির থাকে, তবে $\frac{\rho}{P} =$ ধ্রুবক। যেখানে, $\rho =$ বায়ুর ঘনত্ব এবং $P =$ বায়ুমণ্ডলীয় চাপ। অর্থাৎ $\rho \propto P$, তাই জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেড়ে গেলে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ কমে যায়।

09. আবদ্ধ স্থানে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শিশিরাঙ্ক কমে না বাড়ে? ব্যাখ্যা দাও। [MB'22]

উত্তর: আবদ্ধ স্থানে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শিশিরাঙ্কের কোনো হ্রাস-বৃদ্ধি ঘটে না, অপরিবর্তিত থাকে। কেননা, শিশিরাঙ্ক হচ্ছে সেই তাপমাত্রা যে তাপমাত্রায় কোনো নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু এর মধ্যে অবস্থিত জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়। যেহেতু স্থানটি আবদ্ধ, তাই সেখানে জলীয়বাষ্পের ভরেরও পরিবর্তন হয় না। তাই শিশিরাঙ্ক অপরিবর্তিত থাকে।

10. গ্যাসের বেগ নির্ণয়ে rms বেগ নেয়া হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [DB' 21]

উত্তর: n সংখ্যক গ্যাস অণুর গতিশক্তি যথাক্রমে $KE_1, KE_2, KE_3 \dots \dots \dots, KE_n$

মোট গতিশক্তি, $KE = KE_1 + KE_2 + KE_3 + \dots \dots \dots + KE_n$

$\Rightarrow \frac{1}{2}(mn)c^2 = \frac{1}{2}mc_1^2 + \frac{1}{2}mc_2^2 + \frac{1}{2}mc_3^2 + \dots \dots \dots + \frac{1}{2}mc_n^2$

$\Rightarrow c^2 = \frac{c_1^2+c_2^2+c_3^2+\dots\dots\dots+c_n^2}{n} \Rightarrow c = \sqrt{\frac{c_1^2+c_2^2+\dots\dots\dots+c_n^2}{n}} = c_{rms}$

দেখা যায়, গ্যাসের গতিবেগ বুঝাতে c_{rms} অধিক উপযুক্ত। এছাড়াও গড়বেগ নির্ণয় করলে গ্যাস অণুসমূহের ইতস্তত পরস্পর বিপরীত বিভিন্ন দিকে ছুটে চলাতে গড়বেগ শূন্য হতে পারে, যা বেগ নির্ণয়ের জন্য উপযুক্ত নয়।

তাই গ্যাসের বেগ নির্ণয়ে rms বেগ নেয়া হয়।

11. "কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60%"-ব্যাখ্যা কর। [RB' 21; Ctg.B'21; BB'21; DB'16]

উত্তর: "কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60%" এর দ্বারা বুঝায় যে–

(i) বায়ুর তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয়বাষ্প প্রয়োজন, তার 60% জলীয়বাষ্প বায়ুতে আছে।

(ii) ঐ তাপমাত্রায় বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের চাপ একই তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপের 100 ভাগের 60 ভাগ।

(iii) শিশিরাঙ্কে জলীয়বাষ্পচাপ, বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপের 100 ভাগের 60 ভাগ।

12. "আদর্শ গ্যাস একটি কল্পনামাত্র"–ব্যাখ্যা কর। [RB' 21]

উত্তর: "আদর্শ গ্যাস একটি কল্পনামাত্র"-উক্তিটি যথার্থ। গতিতত্ত্ব থেকে আদর্শ গ্যাস সমীকরণ প্রতিপাদনের সময় গ্যাস অণুগুলিকে শুধু বিন্দুভর কল্পনা করা হয়। অর্থাৎ, অণুগুলোর আয়তন বিবেচনা করা হয়নি। এছাড়া অণুগুলোর মধ্যকার আকর্ষণ বল বিবেচনা করা হয়নি। কিন্তু বাস্তবে গ্যাস অণুর নির্দিষ্ট আয়তন আছে, আকর্ষণ বল সম্পূর্ণ উপেক্ষণীয় নয়। তাই আদর্শ গ্যাস একটি কল্পনামাত্র।

13. গ্রীষ্মকালে বাতাসে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ অধিক হলেও শিশির পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B' 21]

উত্তর: গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা বেশি থাকে, ফলে ঐ তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কের চেয়ে বেশি হয়। ফলে শিশির পড়ে না। গ্রীষ্মকালে বায়ুতে অধিক পরিমাণ জলীয়বাষ্প থাকে। কিন্তু তাপমাত্রাও উচ্চ থাকে এবং বিদ্যমান জলীয়বাষ্প চাপ ঐ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপের তুলনায় কম হয়, তথা শিশিরাঙ্ক বায়ুর তাপমাত্রার চেয়ে কম হয়। ফলে বায়ুমণ্ডল জলীয়বাষ্প দ্বারা অসম্পৃক্ত থাকে এবং জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হয়ে শিশির পড়ে না।

14. এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে গ্যাস ধ্রুবককে সর্বজনীন বলা হয় কেন? [SB' 21]

উত্তর: 1 mol গ্যাসের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ কাজ করতে হয় তাকে মোলার গ্যাস ধ্রুবক বলা হয়। এই গ্যাস ধ্রুবকের মান $8.314\ Jmol^{-1}K^{-1}$।এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে এই গ্যাস ধ্রুবককে সর্বজনীন বলা হয় কারণ যেকোনো গ্যাসেরই 1 mol পরিমাণের তাপমাত্রা 1 K বৃদ্ধি করতে সমপরিমাণ কাজ করতে হয়। তাই এই গ্যাস ধ্রুবককে সর্বজনীন বলা হয়।

15. মোলার গ্যাস ধ্রুবক $8.31J\ mole^{-1}\ K^{-1}$ বলতে কী বুঝ? [BB' 21]

উত্তর: মোলার গ্যাস ধ্রুবক $8.31\ J\ mol^{-1}K^{-1}$ বলতে বোঝায় 1 mol গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে কৃতকাজ 8.31J।

অর্থাৎ, 1 mol আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা 1 ডিগ্রী বাড়াতে যে কাজ করতে হয় তাই মোলার গ্যাস ধ্রুবক এবং এর পরিমাণ 8.31J।

16. কোনো একদিনের শিশিরাঙ্ক 19.4°C বলতে কী বুঝ? [JB' 21; DB'19]

উত্তর: শিশিরাঙ্ক 19.4°C বলতে বোঝায়, 19.4°C তাপমাত্রায় ঐ স্থানের বায়ু তার মধ্যস্থ জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়। অথবা, 19.4°C তাপমাত্রায় ঐ স্থানে শিশির জমতে বা অদৃশ্য হতে শুরু করে।

17. শীতের সকালে শিশির দেখা যায় কেন? ব্যাখ্যা কর। [CB' 21]

উত্তর: রাত্রে ভূপৃষ্ঠ তাপ বিকিরণ করে ঠাণ্ডা হয় এবং তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কের নিচে চলে আসে। ফলে শিশির জমে। শীতের সকালে তাপমাত্রা অনেক কম থাকে। তাই সকালের তাপমাত্রা শিশিরাঙ্কের নিচে থাকে। একারণে শীতের সকালে শিশির দেখা যায়।

18. মেঘলা রাত অপেক্ষা মেঘহীন রাতে বেশি শিশির জমে কেন? [Din.B' 21]

উত্তর: বিভিন্ন জলাশয় থেকে পানি সব সময় বাষ্পায়নের ফলে জলীয়বাষ্পে পরিণত হয়। দিনের বেলায় সূর্যের তাপে ভূ-পৃষ্ঠ সংলগ্ন বাতাস গরম থাকে এবং জলীয়বাষ্প দ্বারা অসম্পৃক্ত থাকে। মেঘহীন রাত্রিতে ভূ-পৃষ্ঠ তাপ বিকিরণ করে ঠাণ্ডা হতে থাকে এবং পরিশেষে এমন একটি তাপমাত্রায় উপনীত হয় যখন বাতাস জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় এবং জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হয়ে শিশির জমে। কিন্তু আকাশ মেঘাচ্ছন্ন থাকলে ভূ-পৃষ্ঠ তাপ বিকিরণ করে ঠাণ্ডা হতে পারে না। কারণ মেঘ তাপরোধী পদার্থ বলে ভূপৃষ্ঠ হতে বিকিরণজনিত কারণে তাপ পরিবাহিত হতে পারে না। ফলে ভূ-পৃষ্ঠ ঠাণ্ডা হয় না এবং শিশির জমে না। এজন্য মেঘলা রাত অপেক্ষা মেঘহীন রাতে বেশি শিশির জমে।

19. চার্লসের সূত্রের আলোকে পরমশূন্য তাপমাত্রা ব্যাখ্যা কর। [Din.B' 21]

উত্তর: স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন 0°C হতে প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস পরিবর্তনের জন্য 0°C তাপমাত্রায় আয়তনের নির্দিষ্ট ভগ্নাংশ $\frac{1}{273}$ অংশ পরিবর্তিত হয়। পরমশূন্য তাপমাত্রায় আয়তন 0।

$\therefore 0 = V_0 + \frac{V_0\theta}{273} \Rightarrow \frac{V_0\theta}{273} = -V_0 \Rightarrow \theta = -273°C = (-273 + 273)K = 0K$

∴ পরমশূন্য তাপমাত্রা −273°C অথবা 0K

20. শীতকালে গায়ের চামড়া শুষ্ক অনুভব হয় কেন? [MB' 21]

উত্তর: শীতকালে বায়ুর আর্দ্রতা কম থাকে। জলীয়বাষ্প কম থাকায় আর্দ্রতা কমে যায়। আর্দ্রতা কমে যাওয়ায় বায়ু শরীর থেকে জলীয়বাষ্প শোষণ করে নেয়। ফলে শীতকালে গায়ের চামড়া শুষ্ক অনুভব হয়।

21. একটি হাইড্রোজেন গ্যাস বেলুন ভূমি হতে নির্দিষ্ট উচ্চতায় উঠার পরে ফেটে যায় কেন-ব্যাখ্যা কর। [RB' 19]

উত্তর: আমরা জানি, $P \propto \frac{1}{V}$; ভূমি থেকে উপরে যেতে থাকলে বেলুন এর উপর পারিপার্শ্বিক চাপ কমতে থাকে, ফলে নির্দিষ্ট উচ্চতায় বেলুন এর উপর চাপ কমে গেলে এর আয়তন ও বেড়ে যায় ও একটি নির্দিষ্ট আয়তন অতিক্রম করলে তা ফেটে যায়।

22. বোল্টজম্যান ধ্রুবক $K = 1.38 \times 10^{-23} J/K$ বলতে কী বোঝায় ব্যাখ্যা কর। [RB' 19]

উত্তর: $K = \frac{R}{N_A} = \frac{PV}{T \times N_A}$। আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে ১টি গ্যাস অণুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে যে কাজ সম্পাদিত হয় তাকে বোল্টজম্যান ধ্রুবক বলে। $K = 1.38 \times 10^{-23}\ JK^{-1}$ বলতে বোঝায় আদর্শ তাপমাত্রা ও চাপে ১টি গ্যাস অণুর তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে $1.38 \times 10^{-23} J$ কাজ সম্পাদিত হয়।

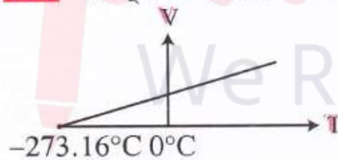
23. নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের ঘনত্ব তার পরম তাপমাত্রায় ওপর নির্ভরশীল-ব্যাখ্যা কর। [Ctg.B' 19]

উত্তর: আদর্শ গ্যাস সমীকরণ হতে, $PV = nRT = \frac{w}{M}RT \Rightarrow \frac{PM}{R} = \frac{w}{V}T = \rho T \Rightarrow \rho = \frac{PM}{R} \cdot \frac{1}{T} \Rightarrow \rho \propto \frac{1}{T}$

∴ নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের ঘনত্ব তার পরম তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল।

24. পরম শূন্য তাপমাত্রার নিচে গ্যাসের তাপমাত্রা থাকতে পারে কি না? ব্যাখ্যা কর। [SB' 19]

উত্তর: পরমশূন্য তাপমাত্রার নিচে কোন তাপমাত্রা থাকা সম্ভব না।



; পরমশূন্য তাপমাত্রায় পদার্থের অণু পরমাণুসমূহের কম্পন থেমে যায়।

এ লেখচিত্রে graph এ −273°C তথা 0 K তাপমাত্রায় বস্তুর আয়তন শূন্য। যা কখনো সম্ভব না। এজন্য পরমশূন্য তাপমাত্রার নিচে তাপমাত্রা সম্ভব না। অণু পরমাণুসমূহের কম্পনের ফলেই তাপমাত্রার উপলব্ধি করা যায়।

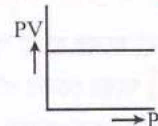
25. গ্যাসের ঘনত্ব বেশি হলে গড়মুক্ত পথ বেশি হয় কি? ব্যাখ্যা কর। [BB' 19]

উত্তর: গড় মুক্তপথ, $\lambda = \frac{m}{\pi\sigma^2\rho} \Rightarrow \lambda \propto \frac{1}{\rho}$। তাই গ্যাসের ঘনত্ব বেশি হলে গড় মুক্তপথ বেশি হবে না, বরং কম হবে।

26. স্থির তাপমাত্রায় একটি আদর্শ গ্যাসের PV বনাম P গ্রাফের প্রকৃতি কীরূপ হবে ব্যাখ্যা কর। [JB' 19]

উত্তর: স্থির তাপমাত্রায় PV-P গ্রাফটি x অক্ষের সমান্তরাল হবে।

অর্থাৎ, P এর মান যাই হোক না কেন তাপমাত্রা স্থির থাকলে PV এর মান সর্বদা একই থাকবে।



27. পরম আর্দ্রতা ও আপেক্ষিক আর্দ্রতার মধ্যে কোনটি অধিক গুরুত্বপূর্ণ? ব্যাখ্যা কর। [CB' 19]

উত্তর: আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি গুরুত্বপূর্ণ। কেননা পরম আর্দ্রতা বায়ুর আর্দ্রতার পরিমাণ নির্দেশ করে যা দ্বারা কোনো সিদ্ধান্ত নেয়া যায় না। তবে আপেক্ষিক আর্দ্রতার মাধ্যমে আর্দ্রতার পরিমাণ ও ধারণ ক্ষমতার সম্পর্ক পাওয়া যায়। আপেক্ষিক আর্দ্রতার মাধ্যমে আমরা একটি এলাকার আবহাওয়া সম্পর্কে ধারণা পাই। তাই আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি গুরুত্বপূর্ণ।

28. শীতকাল অপেক্ষা বর্ষাকালে কাপড় দেরীতে শুকায়- ব্যাখ্যা কর। [All B'18]

উত্তর: বর্ষার দিনে বায়ুমণ্ডল জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত থাকে। ফলে বাতাস অধিক পরিমাণে জলীয়বাষ্প ধারণ করতে পারে না। শীতকালের বাতাস শুকনা থাকে। শুকনা বাতাস জলীয়বাষ্পহীন। এই বাতাস ভিজা কাপড় থেকে দ্রুত জলীয়বাষ্প শোষণ করে নিয়ে সম্পৃক্ত হতে চায়। ফলে শীতের দিনে ভিজা কাপড় তাড়াতাড়ি শুকায়।

29. একই তাপমাত্রায় ভিন্ন ভিন্ন এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে গড় গতিশক্তি ধ্রুবক থাকে– ব্যাখ্যা কর। [RB' 17]

উত্তর: কোনো গ্যাসের তাপমাত্রা T কেলভিন হলে, n মোল গ্যাসের গড় গতিশক্তি, $E_n = \frac{3}{2}nRT$

এক মোল গ্যাসের ক্ষেত্রে, $n = 1 \therefore E_1 = \frac{3}{2}RT$

তাপমাত্রা একই থাকলে ভিন্ন ভিন্ন গ্যাসের গড় গতিশক্তি একই। কেননা, R সার্বজনীন ধ্রুবক। নির্দিষ্ট গ্যাসের উপর নির্ভর করে না।

30. প্রমাণ চাপ নির্ণয়ে বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর। [SB' 17]

উত্তর: প্রমাণ চাপ নির্ণয়ে বিশুদ্ধ পারদ ব্যবহারের প্রয়োজনীয়তা:

(i) পারদের ঘনত্ব এমন যে প্রমাণ তাপে পারদস্তম্ভের উচ্চতা খুব বেশিও হয় না, আবার খুব কমও হয় না। ফলে সহজে পরিমাপ করা যায়।

(ii) পারদে বাষ্পচাপ তুলনামূলক কম।

(iii) পারদের বর্ণ এমন যে কাচনলে তার উচ্চতা স্পষ্ট বুঝা যায়।

31. সম্পৃক্ত বাষ্পচাপই কোনো স্থানে সর্বাপেক্ষা বেশী- এর যথার্থতা লিখ। [BB' 17]

উত্তর: কোনো স্থানের বাষ্পচাপ $\propto$ ঐ স্থানের জলীয়বাষ্পের পরিমাণ। সম্পৃক্ত অবস্থায় বাতাসে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ সর্বোচ্চ হয়। তাই সম্পৃক্ত বাষ্পচাপও সর্বোচ্চ হয়। অসম্পৃক্ত অবস্থায় জলীয়বাষ্পের পরিমাণ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চেয়ে কম। তাই অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ সর্বদা সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ অপেক্ষা কম।

32. কুষ্টিয়ায় কোনো একদিন সন্ধ্যায় শিশিরাংক $15°C$ বলতে কী বুঝ? [CB' 17]

উত্তর: যে তাপমাত্রায় কোনো অঞ্চলের বায়ু ঐ বায়ুতে অবস্থিত জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়, তাকে ঐ স্থানের শিশিরাঙ্ক বলে। কুষ্টিয়ার কোনো একদিন সন্ধ্যায় শিশিরাংক $15°C$ বলতে বোঝায়, ঐ সময়ে ঐ স্থানের বাতাসে যে জলীয়বাষ্প আছে, তা দ্বারা ঐ স্থানের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে তাপমাত্রা $15°C$ হতে হবে।

33. পরমশূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসের সকল অণু স্থির থাকে - ব্যাখ্যা কর। [Din.B' 17]

উত্তর: T K তাপমাত্রায় গ্যাসের অণুসমূহের বর্গমূল গড় বর্গবেগ, $c_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

পরমশূন্য তাপমাত্রায়, $T = 0$ K সুতরাং, $c_{rms} = 0$

যেহেতু অণুগুলোর বেগ শূন্য, সেহেতু পরমশূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসের অণুগুলো স্থির থাকে।

34. "গ্যাসের গতিতত্ত্ব বয়েলের সূত্রকে সমর্থন করে" – ব্যাখ্যা কর। [Din.B' 17]

উত্তর: গ্যাসের গতিতত্ত্বের সমীকরণ থেকে আমরা জানি, $PV = \frac{1}{3}M\bar{c}^2$

তাপমাত্রা স্থির থাকলে $\bar{c}^2$ ধ্রুব এবং গ্যাসের ভর M ধ্রুব হওয়ায় $\frac{1}{3}M\bar{c}^2$ ধ্রুব।

$\therefore PV = \frac{1}{3}M\bar{c}^2$ = ধ্রুব বা, $V \propto \frac{1}{P}$

অর্থাৎ, স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন চাপের ব্যস্তানুপাতিক, যা বয়েলের সূত্র।

CQ: সম্ভাব্য অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. কোনো ঘরের মধ্যে পানি ছিটালে আপেক্ষিক আর্দ্রতা ও শিশিরাঙ্ক বেড়ে যায় কেন?

উত্তর: ঘরের ভেতর পানি ছিটালে ঘরের বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেড়ে যায়। কিন্তু ঘরের উষ্ণতা একই থাকে বলে ঐ উষ্ণতায় ঘরের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয়বাষ্পের ভর অপরিবর্তিত থাকে। ফলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বাড়ে। স্পষ্টত শিশিরাঙ্কও বাড়ে।

প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক সৃজনশীল প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

◆ CQ: বিগত বছরসমূহের বোর্ড পরীক্ষার প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. একদিন কোনো এক স্থানের নিম্নোক্ত তথ্যাদি পাওয়া গেল: **[DB'22]**

ঘরের মধ্যে: শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা = **32°C**

আর্দ্র বাল্বের তাপমাত্রা = **28°C**

32°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের ধ্রুবক = **1.63**

24°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = **22.38 mm Hg**

26°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = **25.21 mm Hg**

32°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = **35.66 mm Hg**

ঘরের বাইরে তাপমাত্রা = **14°C**

14°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = **12.0 mmHg**

আপেক্ষিক আর্দ্রতা = **80%**।

(গ) ঘরের মধ্যে শিশিরাঙ্ক বের কর। 3

(ঘ) ঐ দিন ঘরের বাইরে না ভিতরে ভেজা কাপড় দ্রুত শুকাবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। 4

উত্তর

গ. আমরা জানি, শিশিরাঙ্ক সম্পর্কিত গ্লেইসারের সমীকরণ, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$

উদ্দীপক হতে, গ্লেইসারের ধ্রুবক, $G = 1.63$

শুষ্ক বাল্ব তাপমাত্রা, $\theta_1 = 32°C$

আর্দ্র বাল্ব তাপমাত্রা, $\theta_2 = 28°C$

তাহলে, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2) = 32° - 1.63(32° - 28°)$

$\therefore$ শিশিরাঙ্ক, $\theta = 25.48°C$

ঘ. 'গ' হতে পাই, শিশিরাঙ্ক $\theta = 25.48°C$

এখন, $(26 - 24)°C = 2°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে জলীয়বাষ্প চাপের পরিবর্তন $= (25.21 - 22.38)$ mm Hg $= 2.83$ mm Hg

$1°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে জলীয়বাষ্প চাপের পরিবর্তন $= \frac{2.83}{2}$ mm Hg

$\therefore (25.48 - 24)°C = 1.48°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে জলীয়বাষ্প চাপের পরিবর্তন $= \frac{2.83}{2} \times 1.48$ mm Hg $= 2.0942$ mm Hg

শিশিরাঙ্কে জলীয়বাষ্পের চাপ, $f = (22.38 + 2.0942)$ mm Hg $= 24.4742$ mm Hg

$32°C$ এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ, $F = 35.66$ mm Hg

ঘরের মধ্যে আপেক্ষিক আর্দ্রতা $R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{24.4742}{35.66} \times 100\% = 68.63\%$

বাইরের আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R' = 80\%$

বাইরের আপেক্ষিক আর্দ্রতা $R' > R$; তাই ঘরের ভিতরে কাপড় দ্রুত শুকাবে।

02. রংপুর আবহাওয়া অফিস একদিন সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব আর্দ্রতা মাপক যন্ত্রের শুষ্ক বাল্বের পাঠ **28°C** ও সিক্ত বাল্বের পাঠ **26°C** পেল। **28°C** তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক **1.65**। **24°C, 25°C** ও **28°C** তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে **22.38, 24.21** এবং **27.78 mm Hg P**। ঐদিন বরিশালের আপেক্ষিক আর্দ্রতা ছিল **65%**। **[RB'22]**

(গ) রংপুরে ঐ দিনের শিশিরাঙ্ক কত? 3

(ঘ) রংপুর ও বরিশালের মধ্যে কোথায় ভিজা কাপড় তাড়াতাড়ি শুকাবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। 4

উত্তর

গ.

শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$
$= 28° - 1.65\,(28° - 26°)$
$= 24.7°C$

θ_1 = শুষ্ক বাল্বের পাঠ
θ_2 = আর্দ্র বাল্বের পাঠ

ঘ. 'গ' হতে পাই, রংপুর এর শিশিরাঙ্ক = 24.7°C

$(25 - 24)°C = 1°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপের বৃদ্ধি $(24.21 - 22.38) = 1.83$ mm Hg

$\therefore$ 0.7°C তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপের বৃদ্ধি $= 1.83 \times 0.7 = 1.281$ mm Hg

$\because$ শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ, $f = (22.38 + 1.281) = 23.661$ mmHg

বায়ুর তাপমাত্রায় বাষ্পচাপ, $F = 27.78$ mmHg

রংপুরের মধ্যে আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{23.661}{27.78} \times 100\% = 85.17\%$

বরিশালের আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R' = 65\% \therefore R > R'$

তাই বরিশালে ভেজা কাপড় তাড়াতাড়ি শুকাবে।

03. **কোনো একদিন কাপ্তাই হ্রদের পানির উপরিতলে বায়ুর তাপমাত্রা 28°C, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ 10^5 Pa এবং শিশিরাংক 10.5°C। হ্রদের তলদেশের পানির তাপমাত্রা 7°C এবং পানির গড় ঘনত্ব 1000 kgm^{-3}। ঐদিন হ্রদটির তলদেশ হতে একটি বায়ু বুদবুদ পানির উপরিতলে উঠে আসায় এর ব্যাসার্ধ তিনগুণ হলো। [10°C, 11°C, ও 28°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে 9.2, 9.9 ও 28.5 mm পারদ চাপ]** **[Ctg.B'22]**

(গ) ঐদিন হ্রদের উপরিতলের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। 3

(ঘ) তাপমাত্রার পরিবর্তন বিবেচনায় নিয়ে হ্রদটির গভীরতা নির্ণয় করা সম্ভব?– গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। 4

উত্তর

গ. এখানে, $(11° - 10°) = 1°C$ পরিবর্তনে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ পরিবর্তন $= (9.9 - 9.2) = 0.7$ mm Hg

0.5°C পরিবর্তনে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ পরিবর্তন $= (7 \times 0.5)$mm Hg $= 0.35$ mm Hg

শিশিরাঙ্ক বা 10.5°C এ সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, $f = (9.2 + 0.35)$mm Hg $= 9.55$ mm Hg

বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, $F = 28.5$ mm Hg

আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{9.55}{28.5} \times 100\% = 33.5\%$

$\therefore$ ঐ হ্রদের উপরিতলে বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা 33.5%

ঘ. ধরি, হ্রদের গভীরতা h

হ্রদের তলদেশে পানির তাপমাত্রা, $T_1 = (7 + 273)$ K $= 280$ K

হ্রদের তলদেশে বুদবুদের আয়তন, $V_1 = V$

হ্রদের তলদেশে পানির চাপ, $P_1 = (10^5 + h\rho g)$ Pa

পানির উপরিভাগে তাপমাত্রা, $T_2 = (28 + 273)$K $= 301$ K

হ্রদের উপরিভাগে বুদবুদের আয়তন, $V_2 = (3)^3 V_1 = 27$ V

হ্রদের উপরিভাগে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ, $P_2 = 10^5$ Pa

আমরা জানি, $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow P_1 = \frac{P_2V_2}{T_2} \times \frac{T_1}{V_1} \Rightarrow 10^5 + h\rho g = \frac{10^5 \times 27V \times 280}{301 \times V}$

$\Rightarrow h\rho g = 25.12 \times 10^5 - 10^5 \Rightarrow h = \frac{25.12 \times 10^5 - 10^5}{1000 \times 9.8} \therefore h = 246.12$ মিটার।

সুতরাং হ্রদের গভীরতা 246.12 মিটার। অর্থাৎ, হ্রদের গভীরতা নির্ণয় সম্ভব।

04. **1×10^{-2} m^3 আয়তনের সিলিন্ডারে 300 K তাপমাত্রায় ও 2.5×10^5 Nm^{-2} চাপে অক্সিজেন গ্যাস ভর্তি করা আছে। তাপমাত্রা অপরিবর্তিত রেখে কিছু পরিমাণ অক্সিজেন ব্যবহার করার পর চাপ 1.3×10^5 Nm^{-2} পাওয়া গেল। অক্সিজেনের আণবিক ভর 32 $gmol^{-1}$।** **[SB'22]**

(গ) উদ্দীপকে বর্ণিত অক্সিজেন গ্যাস ব্যবহারের পূর্বে এর অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ কত ছিল নির্ণয় কর। 3

(ঘ) উদ্দীপকের বর্ণনামতে যে পরিমাণ অক্সিজেন গ্যাস ব্যবহৃত হয়েছে তা নির্ণয় সম্ভব কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। 4

উত্তর

গ. অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ, $c_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

$c_{rms} = \sqrt{\frac{3 \times 8.314 \times 300}{32 \times 10^{-3}}}\ ms^{-1}$

$= 483.561\ ms^{-1}$

তাপমাত্রা, $T = 300$ K

আণবিক ভর, $M = 32g = 32 \times 10^{-3}$kg

$c_{rms} = ?$

ঘ. সিলিন্ডারের আয়তন, V ধ্রুবক
তাপমাত্রা, T ও ধ্রুব,
অক্সিজেনের আদি মোলসংখ্যা, $n_1 = \frac{P_1V}{RT} = \frac{2.5\times10^5\times1\times10^{-2}}{8.314\times300} = 1.0023254$ mol
মোলসংখ্যা পরিবর্তিত হয়ে n_2 হলে গ্যাসের পরিবর্তিত চাপ P_2
$\therefore n_2 = \frac{P_2V}{RT} = \frac{1.3\times10^5\times1\times10^{-2}}{8.314\times300} = 0.5212092$ mol
∴ ব্যবহৃত অক্সিজেনের পরিমাণ $= n_1 - n_2 = (1.0023254 - 0.5212092)$mol $= 0.4811162$ mol $= 15.3957$g

05. কোনো একটি পরীক্ষণে মিঠামইনের আবদ্ধ বায়ুর তাপমাত্রা **19°C** এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা **47%**। শৈত্য প্রবাহে ঐ স্থানের তাপমাত্রা কমে **15°C** হলো। **7°C, 8°C** ও **19°C** তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ যথাক্রমে **7.5, 8.2** এবং **16.5 mm** পারদ চাপের সমান। **[BB'22]**
(গ) তাপমাত্রা **5°C** তে নেমে গেলে ঘনীভূত জলীয়বাষ্পের পরিমাণ নির্ণয় কর। 3
(ঘ) তাপমাত্রা পরিবর্তনের কারণে ঐ স্থানের আবদ্ধ বায়ুর শিশিরাঙ্কের কোনো পরিবর্তন হবে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। 4

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, 19°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ, $f_{19} = 16.5$ mm Hg
আপেক্ষিক আর্দ্রতা = 47% ∴ 19°C তাপমাত্রার বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের চাপ, f
$= (16.5 \times 0.47)$mm Hg $= 7.755$ mm Hg
এখন, 5°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ, $f_5 = f_7 + (5-7) \times \frac{f_8 - f_7}{8-7} = 7.5 - 2 \times \frac{8.2-7.5}{1} = 6.1$ mm Hg
∴ ঘনীভূত জলীয়বাষ্পের শতকরা পরিমাণ $= \frac{7.755-6.1}{7.755} \times 100\% = 21.34\%$

ঘ. শিশিরাঙ্ক তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল নয়। কোনো স্থানের বায়ু যে তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত হয় তাকে শিশিরাঙ্ক বলে। এখন তাপমাত্রা পরিবর্তন করা হলে বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের পরিমাণের কোনো পরিবর্তন হয় না। যেমন: কোনো স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা 15° C এবং এই তাপমাত্রায় বায়ু জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত। এখন তাপমাত্রা বাড়ানো হলে বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্প পরিবর্তন হবে না কিন্তু বায়ু অসম্পৃক্ত হয়ে যাবে। কিন্তু শিশিরাঙ্ক ঠিকই 15°C থেকে যাবে। আবার, তাপমাত্রা বাড়ানো হলে বায়ু সম্পৃক্ত হয়ে অতিরিক্ত জলীয়বাষ্প ঘনীভূত হবে, কিন্তু শিশিরাঙ্ক একই থাকবে। তাই তাপমাত্রা পরিবর্তনের কারণে ঐ স্থানের আবদ্ধ বায়ুর শিশিরাঙ্কের কোনো পরিবর্তন হয় না।

06. কোনো একদিন ঢাকার তাপমাত্রা **35°C** এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা **50%** । একই দিনে রাজশাহীতে স্থাপিত একটি হাইগ্রোমিটারের শুষ্ক বাল্ব থার্মোমিটারের পাঠ **25°C** এবং সিক্ত বাল্ব থার্মোমিটারের পাঠ **19°C. [25°C** তাপমাত্রায় **G** এর মান **1.65** । **15°C, 16°C** ও **25°C** তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে **12.77 mm, 13.71 mm, 23.7 mm** পারদ] **[JB'22]**
(গ) রাজশাহীর শিশিরাঙ্ক নির্ণয় কর। 3
(ঘ) উদ্দীপকের কোনো স্থানে ঐ দিন ভেজা কাপড় দ্রুত শুকাবে? গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর । 4

উত্তর

গ. রাজশাহীর শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$
$\therefore \theta = 25° - 1.65(25° - 19°)$
$= 15.1°C$

θ_1 = শুষ্ক বাল্ব তাপমাত্রা
θ_2 = সিক্ত বাল্ব তাপমাত্রা

ঘ. রাজশাহীতে 'গ' হতে পাই, রাজশাহীতে শিশিরাঙ্ক = 15.1°C
$(16° - 15°)C = 1°C$ পরিবর্তনে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ পরিবর্তন $= (13.71 - 12.77) = 0.94$ mm Hg
0.1°C পরিবর্তনে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ পরিবর্তন $= 0.94 \times 0.1 = 0.094$ mm Hg
তাহলে 15.1°C এ সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, $f = (12.77 + 0.094) = 12.864$ mm Hg
আর 25°C এ সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, F = 23.7 mm Hg
তাহলে, রাজশাহীতে আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{12.864}{23.7} \times 100\% = 54.28\%$
অর্থাৎ, রাজশাহীতে আপেক্ষিক আর্দ্রতা ঢাকা হতে বেশি। তাই ঢাকায় তাড়াতাড়ি কাপড় শুকাবে।

07. **200 gm** নাইট্রোজেন গ্যাস ভর্তি একটি বেলুনকে সমুদ্রের তলদেশে নিয়ে যাওয়ায় আয়তন অর্ধেক হয়ে গেল। সমুদ্র পৃষ্ঠের চাপ $10^5\ Nm^{-2}$ এবং তাপমাত্রা **30°C**। সমুদ্রের তলদেশের তাপমাত্রা **15°C**। পানির ঘনত্ব $1000\ kgm^{-3}$, $g = 9.8\ ms^{-2}$, $R = 8.314\ Jmol^{-1}K^{-1}$. **[JB'22]**

(গ) সমুদ্র পৃষ্ঠে নাইট্রোজেনের মোট গতিশক্তি নির্ণয় কর। 3

(ঘ) তাপমাত্রার পরিবর্তন বিবেচনায় সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় করা সম্ভব কি? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। 4

উত্তর

গ. N_2 গ্যাসের মোল সংখ্যা, $n = \frac{200}{28} = 7.143$ mole

সমুদ্র পৃষ্ঠে N_2 গ্যাসের মোট শক্তি, $E_T = \frac{5}{2}nRT$

$E_T = \frac{5}{2} \times 7.143 \times 8.314 \times 303$
$= 4.5 \times 10^4 J$

$T = 30°C$
$= (30 + 273)K$
$= 303\ K$

ঘ.

আমরা জানি, $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$

$\Rightarrow \frac{10^5 \times V}{303} = \frac{(h\rho g + 10^5) \times \frac{V}{2}}{288}$

$\Rightarrow h\rho g + 10^5 = \frac{10^5 \times 2 \times 288}{303}$

$\Rightarrow h\rho g = (1.90099 \times 10^5 - 10^5)$
$= 9.0099 \times 10^4$

$\Rightarrow h = \frac{9.0099 \times 10^4}{1000 \times 9.8} = 9.19377\ m$

∴ সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় করা সম্ভব।

P_1 = সমুদ্র পৃষ্ঠে চাপ = $10^5\ Nm^{-2}$
V_1 = সমুদ্র পৃষ্ঠে আয়তন = V
T_1 = সমুদ্র পৃষ্ঠে তাপমাত্রা = 303 K
P_2 = সমুদ্র তলদেশে চাপ = $(h\rho g + 10^5)Nm^{-2}$
V_2 = সমুদ্র তলদেশে আয়তন = $\frac{V}{2}$
এবং T_2 = সমুদ্র তলদেশে তাপমাত্রা = $(273 + 15)K = 288\ K$

08. কোনো এলাকায় একদিন শুষ্ক ও সিক্ত বাল্ব হাইগ্রোমিটারের পাঠ যথাক্রমে **20°C** এবং **12.8°C** পাওয়া গেল। **20°C** তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক **1.79**। **7°C**, **8°C** এবং **20°C** তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ যথাক্রমে 7.5×10^{-3} **mHgP**, 8.1×10^{-3} **mHgP** এবং 17.4×10^{-3} **mHgP**। **[CB'22]**

(গ) ঐদিন উক্ত এলাকার শিশিরাংক নির্ণয় কর। 3

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত ঐদিনে উক্ত এলাকার আবহাওয়া সম্পর্কে গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর। 4

উত্তর

গ. শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2) = 20° - 1.79(20° - 12.8°) = 7.112°C$

∴ ঐ দিন উক্ত শিশিরাঙ্ক 7.112°C

ঘ. 'গ' হতে প্রাপ্ত, শিশিরাঙ্ক 7.112°C

7°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ, $f_7 = 7.5 \times 10^{-3}$m Hg

8°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ, $f_8 = 8.1 \times 10^3$m Hg

7.112°C বা শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ, $f_{7.112} = f_7 + \frac{f_8 - f_7}{1°C} \times 0.112°C$

$= 7.5 \times 10^{-3} + \left(\frac{8.1 \times 10^{-3} - 7.5 \times 10^{-3}}{1°C} \times 0.112\right)$ m Hg $= 7.5672 \times 10^{-3}$ m Hg

20°C বা বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ, $f_{20} = 17.4 \times 10^{-3}$ m Hg

তাহলে, আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f_{7.112}}{f_{20}} \times 100\% = \frac{7.5672 \times 10^{-3}}{17.4 \times 10^{-3}} \times 100\% = 43.49\%$

যেহেতু $R < 50\%$, সেহেতু উদ্দীপকের উল্লিখিত এলাকায় আবহাওয়া শুষ্ক থাকবে।

09. নাইট্রোজেন গ্যাস দ্বারা একটি পাত্র **20 atm** চাপে **27°C** তাপমাত্রায় ভর্তি করা হল। এরপর অর্ধেক ভরের গ্যাস বের করে দেয়া হল এবং অবশিষ্ট গ্যাসের তাপমাত্রা **87°C** এ বাড়ানো হল। **[Din.B'22]**

(গ) প্রাথমিক অবস্থায় নাইট্রোজেন গ্যাসের অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর। 3

(ঘ) পরিবর্তিত অবস্থায় গ্যাসের চাপ পূর্বের চাপের চেয়ে কম না বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। 4

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, চাপ, $P = 20$ atm
তাপমাত্রা, $T = 27 + 273 = 300$ K
নাইট্রোজেন গ্যাসের আণবিক ভর, $M = 28g = 28 \times 10^{-3}$ kg
মূল গড় বর্গবেগ, $c_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} = \sqrt{\frac{3\times8.314\times300}{28\times10^{-3}}} = 516.95\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ. অর্ধেক গ্যাস বের করে দেয়ায়, গ্যাসের পরিবর্তিত মোলসংখ্যা $= \frac{n}{2}$
পরিবর্তিত তাপমাত্রা, $T' = (273 + 87)K = 360$ K
আমরা জানি, $P \propto nT \therefore \frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{n}{2}\times360}{n\times300} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{3}{5} \therefore P_2 = \frac{3}{5}P_1$
$\therefore$ পরিবর্তিত অবস্থায় গ্যাসের চাপ পূর্বের চাপের $\frac{3}{5}$ গুণ এবং $P_2 < P_1$।

10. **কোনো একদিন দুপুরের তাপমাত্রা 30°C এবং আর্দ্রতা 80% । হেলেন বাসায় AC চালু করায় তাপমাত্রা 21°C নেমে এল। সেদিন শিশিরাঙ্ক ছিল 9.5°C। [30°C, 21°C, 9°C ও 10°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ যথাক্রমে 28.02 mm, 20.35 mm, 8.91mm ও 9.2 mm HgP] [MB'22]**
(গ) তাপমাত্রা নেমে আসায় বায়ুস্থ জলীয়বাষ্পের কত অংশ ঘনীভূত হয়? নির্ণয় কর। 3
(ঘ) হেলেন AC চালু করায় আরাম বোধ করবে কেন? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। 4

উত্তর

গ. 30°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ = 28.02 mmHgP
আর্দ্রতা, f = 80%
তাহলে, 30°C তাপমাত্রায় বায়ুতে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের চাপ $= (0.8 \times 28.02)$mm = 22.416 mmHgP
21°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ = 20.35 mmHgP
তাহলে, বায়ুস্থ জলীয়বাষ্পের মধ্যে ঘনীভূত হবে $= \left(\frac{22.416-20.35}{22.416}\right) \times 100\% = 9.22\%$

ঘ. প্রশ্নে বাইরের পরিবেশের সাপেক্ষে আর্দ্রতার পরিমাণ বের করতে বলা হয়েছে।
21°C এ তাপমাত্রা নামালে, বাইরের সাপেক্ষে তাপমাত্রা কমে যায়। এজন্য আরাম লাগে।
শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ = 9°C তাপমাত্রার সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ + $(9.2 - 8.91) \times 0.5$
$= 8.91 + 0.145 = 9.055$ mm HgP
তখন আপেক্ষিক আর্দ্রতা হয়, $f' = \frac{\text{শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ}}{\text{21° তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ}} \times 100\% = \frac{9.055}{20.35} \times 100\% = 44.5\%$
অর্থাৎ, আপেক্ষিক আর্দ্রতা 80% থেকে নেমে আরামদায়ক সীমা (40% − 60%) এর মধ্যে চলে এসেছে।
এজন্য, হেলেন AC চালু করায় আরাম বোধ করবে।

11. **একটি বায়ু বুদবুদ হ্রদের তলদেশ হতে পানির উপরিপৃষ্ঠে আসলে এর আয়তন দ্বিগুণ হয়। বায়ুর চাপ = 1.01×10^5 Pa. [DB'21]**
(গ) হ্রদের গভীরতা নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) যদি হ্রদের গভীরতা 55 mm হয় তবে 2 cm ব্যাসার্ধের বায়ু বুদবুদ হ্রদের তলদেশ হতে পৃষ্ঠে আসলে ইহার আয়তনের কি পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. দেওয়া আছে, $V' = 2V, P = 1.01 \times 10^5 + h\rho g, P' = 1.01 \times 10^5$ Pa
এখন, $PV = P'V' \Rightarrow (1.01 \times 10^5 + h\rho g)V = 2V(1.01 \times 10^5)$
$\Rightarrow 1.01 \times 10^5 + 9800h = 2 \times 1.01 \times 10^5 \therefore h = 10.306$ m

ঘ. $h = 55mm = 55 \times 10^{-3}$ m, $r_1 = 2$ cm = 0.02m
এখন, $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow \frac{4}{3}\pi(0.02m)^3 \times (55 \times 10^{-3}m \times 9.8ms^{-2} \times 1000\ kgm^{-3} + 1.01 \times 10^5\ Pa)$
$= V_2 \times 1.01 \times 10^5\ Pa \therefore V_2 = 3.3689 \times 10^{-5}\ m^3$
$V_1 = 3.351 \times 10^{-5} m^3$
$\therefore$ আয়তনের পরিবর্তন $= V_2 - V_1 = 1.79 \times 10^{-7}\ m^3$; আয়তন বৃদ্ধি পাবে।

12. কোনো একস্থানে হাইগ্রোমিটারের শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা $24°C$ এবং শিশিরাঙ্ক $11.5°$। $24°C, 12°C$ এবং $11°C$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ যথাক্রমে 22.38×10^{-3} m, 10.52×10^{-3} m এবং 9.9×10^{-3} m পারদ চাপ। $24°C$ তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক 1.72। [DB' 21]

(গ) উক্ত স্থানে সিক্ত বাল্বের পাঠ কত? নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উল্লিখিত স্থানে গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয়পূর্বক আবহাওয়া সম্পর্কে মন্তব্য কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি, শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$

এখানে, $\theta = 11.5°C$; শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 24°C$

$G =$ গ্লেইসার উৎপাদক $= 1.72$ এবং সিক্ত বাল্বের পাঠ $= \theta_2$

এখন, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2) \Rightarrow 11.5°C = 24°C - 1.72(24°C - \theta_2) \Rightarrow \theta_2 = 16.73256°C$

$\therefore$ সিক্ত বাল্বের পাঠ $16.73256°C$

ঘ. $11°C$ ও $12°C$ এর মধ্যে $1°C$ পার্থক্যে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপের পার্থক্য $= (10.52 \times 10^{-3} - 9.9 \times 10^{-3})\text{m} = 6.2 \times 10^{-4}$ m

$\therefore 11.5°C$ এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ $= (9.9 \times 10^{-3} + 6.2 \times 10^{-4} \times 0.5)\text{m} = 10.21 \times 10^{-3}$ m

উপস্থিত জলীয়বাষ্প চাপ, $f =$ শিশিরাঙ্ক সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ $\therefore f = 10.21 \times 10^{-3}$ m এবং বায়ুর তাপমাত্রা $24°C$ এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ, $F = 22.38 \times 10^{-3}$ m

$\therefore$ আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{10.21 \times 10^{-3}\text{ m}}{22.38 \times 10^{-3}\text{ m}} \times 100\% = 45.62\%$

$\therefore$ আবহাওয়া মোটামুটি শুষ্ক।

13. স্থির তাপমাত্রায় 5.1 লিটার বায়ুপূর্ণ একটি বেলুনকে 40m গভীর পানির তলদেশে নেয়ায় বেলুনটি 1.1 লিটার আয়তন ধারণ করে। বেলুনটির সর্বোচ্চ প্রসারণ ক্ষমতা 9.5 লিটার এবং ঐ স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2}। [RB' 21]

(গ) উদ্দীপক অনুসারে ঐ স্থানের বায়ুমণ্ডলীয় চাপ কত? ৩

(ঘ) উল্লিখিত বেলুনটিতে বিশেষ ব্যবস্থায় তলদেশে থাকা অবস্থায় আরও 1 লিটার বায়ু প্রবেশ করিয়ে মুখ বন্ধ অবস্থায় ছেড়ে দেয়া হলে অক্ষত অবস্থায় পানির উপরিতলে আসবে কি? বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. বয়েলের সূত্র অনুসারে, নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়–

$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow (5.1 \times 10^{-3}\text{m}^3) \times (P) = (1.1 \times 10^{-3}\text{m}^3)(P + 40\text{m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2})$

$\Rightarrow \frac{5.1}{1.1}P = P + 392000 \text{ Pa} \Rightarrow \left(\frac{5.1}{1.1} - 1\right)P = 392000 \text{ Pa} \therefore P = 107800 \text{ Pa}$

$\therefore$ বায়ুমণ্ডলের চাপ $= 107800$ Pa (**Ans.**)

ঘ. 'গ' হতে পাই, বায়ুমণ্ডলের চাপ, $P = 107800$Pa

এখন, $P_4V_4 = P_3V_3$ [$\because$ তাপমাত্রা স্থির]

$\Rightarrow 107800\text{Pa} \times V_4 = (107800\text{Pa} + 392000\text{Pa}) \times (2.1 \times 10^{-3}\text{m}^3)$

$\Rightarrow V_4 = 9.736364 \times 10^{-3}\text{m}^3 = 9.736364\text{L} \therefore V_4 > 9.5 \text{ L}$

$\therefore$ বেলুনটি অক্ষত অবস্থায় আসবে না, ফেটে যাবে।

14. একজন আবহাওয়াবিদ দৈনিক প্রতিবেদনের জন্য নিচের উপাত্তগুলো সংগ্রহ করলেন: [RB' 21]

স্থান	শুষ্ক বাল্ব থার্মোমিটারের পাঠ	সিক্ত বাল্ব থার্মোমিটারের পাঠ	বায়ুর তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক
ঢাকা	$28.6°C$	$20°C$	1.664
দিনাজপুর	$32.5°C$	$22°C$	1.625

[$14°C, 16°C, 28°C, 30°C, 32°C$ এবং $34°C$ তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ যথাক্রমে 11.99, 13.63, 28.35, 31.83, 35.66 এবং 39.90 mm Hg]

(গ) ঐ দিনে ঢাকার শিশিরাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উপরোক্ত তথ্যের ভিত্তিতে কোন ব্যক্তি কোথায় অধিকতর স্বস্তিবোধ করবেন? বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. গ্লেইসারের উৎপাদক, $G = 1.664$
শুষ্ক বাল্বের পাঠ, $\theta_1 = 28.6°C$
সিক্ত বাল্বের পাঠ, $\theta_2 = 20°C$
এখন, শিশিরাঙ্ক $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2) = 28.6°C - 1.664(28.6°C - 20°C) = 14.2896°C$ (**Ans.**)

ঘ. দিনাজপুরে শিশিরাঙ্ক, $\theta' = 32.5°C - 1.625(32.5°C - 22°C) = 15.4375°C$

এখন, আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{\text{শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ}}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ}}$

$\therefore$ ঢাকায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R_1 = \frac{14.2896°C \text{ এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ}}{28.6°C \text{ এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ}}$

$= \frac{11.99 \text{ m Hg} + \frac{(13.63-11.99)}{2°C} \text{ mm Hg} \times 0.2896°C}{28.35 \text{ mm Hg} + \frac{(31.83-28.35)}{2°C} \text{ mm Hg} \times 0.6°C} \times 100\% = \frac{12.227472 \text{ mm Hg}}{29.394 \text{ mm Hg}} \times 100\% = 41.5985\%$

আবার, 32.5°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ $= 35.66 \text{ mm Hg} + \frac{(39.9-35.66)}{2°C} \text{mm Hg} \times 0.5°C = 36.72 \text{ mm Hg}$

15.4375°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ $= 11.99 \text{ mm Hg} + \frac{(13.63-11.99) \text{ mm Hg}}{2°C} \times 1.4375°C = 13.16875 \text{ mm Hg}$

$\therefore$ দিনাজপুরে আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R_2 = \frac{13.16875 \text{ mm Hg}}{36.72 \text{ mm Hg}} \times 100\% = 35.8626\% \because R_2 < R_1$

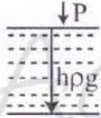
$\therefore$ দিনাজপুরে অধিকতর স্বস্তিবোধ করবেন।

15. একজন ডুবুরি একটি গ্যাস ভর্তি বেলুনকে **10m** গভীর হ্রদের তলদেশে নিয়ে গেল এবং হ্রদের তলদেশে বেলুনের আয়তন উপরিপৃষ্ঠের অর্ধেক বলে মন্তব্য করল। বায়ুমণ্ডলের চাপ $\mathbf{10^5 \ Nm^{-2}}$ এবং হ্রদের পানির ঘনত্ব $\mathbf{1000 \ kgm^{-3}}$। **[Ctg.B' 21]**

(গ) উদ্দীপকের হ্রদের তলদেশে বেলুনের উপর ক্রিয়াশীল চাপ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের ডুবুরির মন্তব্যের যথার্থতা গাণিতিক বিশ্লেষণসহ যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. 

$\therefore$ হ্রদের তলদেশে চাপ, $P_2 = P + h\rho g = 10^{-5} \text{ Nm}^{-5} + 10\text{m} \times 1000 \text{ kgm}^{-3} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$
$= 98000.00001 \text{ Nm}^{-2}$

[**Note:** প্রশ্নে সম্ভবত $P = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ লিখতে গিয়ে 10^{-5} Nm^{-2} লিখেছে
ঐক্ষেত্রে $P_2 = (10^5 + 10 \times 1000 \times 9.8) \text{ Nm}^{-2} = 198 \times 10^3 \text{ Nm}^{-2}$]

ঘ. $P_1 = 10^{-5} \text{ Nm}^{-2}, P_2 = P + h\rho g$
ধরি, উপরে আয়তন V হলে তলদেশে আয়তন V_2
এখন, $PV = P_2V_2$
$\Rightarrow 10^{-5} \times (V) = (10^{-5} + 10 \times 9.8 \times 1000) \times V_2$
$\Rightarrow V_2 = 1.02 \times 10^{-10} \text{ V}$
$\therefore$ তলদেশে অর্ধেকের চেয়েও অনেক ছোট হয়ে যাবে।

$P = 10^5 \text{ Nm}^{-2}$ এবং তলদেশে আয়তন V_2 হলে,
$10^5 \times V = (10^5 + 10 \times 9.8 \times 1000)V_2$
$\Rightarrow V_2 = 0.505V$
$\therefore$ এক্ষেত্রে আয়তন প্রায় অর্ধেক। $\therefore$ ডুবুরির মন্তব্য যথার্থ।

16.

	আর্দ্রতামাপক যন্ত্রের পাঠ		
স্থান	শুষ্ক বাল্ব	সিক্ত বাল্ব	বায়ুর তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক
সিলেট	**32°C**	**25°C**	**1.63**
কুয়াকাটা	**33°C**	**27°C**	**1.62**

20°C, 22°C, 24°C, 32°C এবং **34°C** তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ যথাক্রমে **17.54mm, 19.83mm, 22.38mm, 35.66 mm** এবং **39.90mm** পারদ চাপ। **[Ctg.B' 21]**

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত দিনে সিলেটের শিশিরাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উক্ত দিনে বেড়ানোর জন্য কোনো স্থানটিকে অগ্রাধিকার দেয়া উচিত? গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. এখানে, 32°C তাপমাত্রায় গ্লেইসার ধ্রুবক, $G = 1.63$, শুষ্ক বাল্বের পাঠ, $\theta_1 = 32°C$, সিক্ত বাল্বের পাঠ, $\theta_2 = 25°C$।
শিশিরাঙ্ক $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2) = 32°C - 1.63(32°C - 25°C) = 20.59°C$ (**Ans.**)

ঘ. কুয়াকাটায় শিশিরাঙ্ক, $\theta = 33°C - 1.62(33°C - 27°C) = 23.28°C$

আপেক্ষিক আর্দ্রতা = $\frac{\text{শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ}}{\text{বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ}}$

∴ সিলেটে আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R_1 = \frac{20.59°C \text{ এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ}}{32°C \text{ এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ}} \times 100\% = \frac{17.54\text{mm Hg} + \frac{(19.83-17.54)\text{ mm Hg}}{2} \times 0.59}{35.66 \text{ mm Hg}} \times 100\%$

$= \frac{18.21555 \text{ mm Hg}}{35.66 \text{ mm Hg}} \times 100\% = 51.08\%$

এখন, 33°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ $= \left\{35.66 + \left(\frac{39.9-35.66}{2}\right) \times 1\right\} \text{mm} = 37.78 \text{ mm Hg}$

23.28°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ $= 19.83 \text{ mm Hg} + \frac{(22.38-19.83)\text{ mm Hg}}{2} \times 1.28 = 21.462 \text{ mm Hg}$

∴ কুয়াকাটায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R_2 = \frac{21.462 \text{ mm Hg}}{37.78 \text{ mm Hg}} \times 100\% = 56.8\%$।

∴ দেখা যায়, সিলেটে আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম, তাই সিলেটে কম অস্বস্তিবোধ হবে, তাই সিলেটকে অগ্রাধিকার দেওয়া উচিত।

17. **কিশোর পাশা একদিন 1020 kgm^{-3} ঘনত্বের লবণাক্ত পানির হ্রদে ডুবুরির পোশাক পরে ডুব দিলেন। সে লক্ষ করল পানির নিচে বুদবুদের আয়তন উপরিতলে এসে দ্বিগুণ আয়তন লাভ করেছে। বায়ুমণ্ডলের চাপ 10^5Pa, হ্রদের পানির সর্বত্র তাপমাত্রা সমান।** **[SB' 21]**

(গ) বুদবুদ কর্তৃক অতিক্রান্ত উলম্ব দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের হ্রদটি মিঠাপানির হলে ডুবুরি কোন পানির হ্রদে নামতে বেশি স্বাচ্ছন্দ্য বোধ করেছিল – বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ.

উপরিতলে চাপ, $P_1 = 10^5$Pa
আয়তন = 2V
তলদেশে চাপ = P_2
আয়তন = V
$\rho = 1020 \text{ kgm}^{-3}$

$P_1V_1 = P_2V_2$
$\Rightarrow 2P_1V = P_2V$
$\Rightarrow P_2 = 2P_1 \Rightarrow P_1 + h\rho g = 2P_1$
$\Rightarrow h\rho g = 10^5$
$\Rightarrow h = \frac{10^5}{1020 \times 9.8} \Rightarrow h = 10 \text{ m}$

∴ অতিক্রান্ত উলম্ব দূরত্ব = 10 m

ঘ. মিঠাপানির ঘনত্ব, $\rho = 1000 \text{ kgm}^{-3}$

লবণাক্ত পানির ঘনত্ব, $\rho_s = 1020 \text{ kgm}^{-3}$

মিঠাপানির অভ্যন্তরে h গভীরতার জন্য চাপ, $P = 10^5 + h \times 1000 \text{ g}$

লবণাক্ত পানির অভ্যন্তরে h গভীরতার জন্য চাপ, $P_s = 10^5 + h \times 1020 \text{ g}$

∴ $1020 \text{ hg} > 1000 \text{ hg}$ ∴ $P_s > P$

অর্থাৎ, লবণাক্ত পানির অভ্যন্তরে অনুভূত চাপ বেশি।

তাই ডুবুরী মিঠাপানির হ্রদে নামতে বেশি স্বাচ্ছন্দ্য বোধ করবেন।

18. **A ও B দুটি হ্রদের তলদেশ থেকে একটি বায়ু বুদবুদ পানির উপরিতলে উঠলে এর আয়তন চারগুণ হয়। A ও B হ্রদের পানির ঘনত্ব যথাক্রমে 1000 kgm^{-3} ও 1100 kgm^{-3}। বায়ুমণ্ডলের চাপ 10^5 Pa।** **[BB' 21]**

(গ) A হ্রদের তলদেশে চাপ কত? ৩

(ঘ) A ও B হ্রদের মধ্যে কোনটির গভীরতা বেশি তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নির্ধারণ কর। ৪

উত্তর

গ. A হ্রদের উপরিতলে চাপ $P_1 = 10^5$ Pa, আয়তন $V_1 = 4V$, তলদেশে চাপ P_2, আয়তন $V_2 = V$

$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow P_2 = 10^5 \times \frac{4V}{V} \Rightarrow P_2 = 4 \times 10^5$ Pa

∴ তলদেশে চাপ = 4×10^5 Pa

ঘ. A হ্রদের, $P_1 + h\rho_A g = 4P_1 \Rightarrow h_A\rho_A g = 3 \times 10^5 \Rightarrow h_A = 30.6122$m

B হ্রদের, $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow P_2 = 4P_1 \Rightarrow P_1 + h_B\rho_B g = 4P_1 \Rightarrow h_B\rho_B g = 3 \times 10^5 \Rightarrow h_B = \frac{3\times10^5}{1100\times9.8} = 27.83$m

∴ A হ্রদের গভীরতা বেশি।

19. কোনো একদিন ঢাকা ও কুমিল্লার তাপমাত্রা যথাক্রমে **24°C** ও **26°C** এবং শিশিরাঙ্ক যথাক্রমে **15.8°C** ও **20°C**। **15°C, 16°C, 20°C, 24°C** ও **26°C** তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ যথাক্রমে **12.81, 13.63, 17.54, 22.38** এবং **25.21 mm Hg** এবং **24°C** তাপমাত্রায় গ্লেইসার এর উৎপাদক **1.72**। **[BB' 21]**

(গ) উল্লিখিত দিনে ঢাকায় রক্ষিত শুষ্ক ও সিক্ত বাল্ব আপেক্ষিক আর্দ্রতামাপক যন্ত্রের সিক্ত বাল্ব থার্মোমিটারের তাপমাত্রা কত ছিল? ৩

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত স্থান দুটির মধ্যে কোথায় বেশি স্বস্তিবোধ হবে–গাণিতিকভাবে আর্দ্রতা বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. $\theta_1 - \theta = G(\theta_1 - \theta_2) \Rightarrow \frac{24° - 15.8°}{1.72} = 24° - \theta_2$

$\Rightarrow \theta_2 = 19.233°C$

$\theta_1 = 24°C$
$\theta = 15.8°C$
$G = 1.72$

∴ আর্দ্র বাল্ব থার্মোমিটারের তাপমাত্রা 19.233°C

ঘ. ঢাকায়, শিশিরাঙ্ক = 15.8°C

শিশিরাঙ্কে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ $= 12.81 + (13.63 - 12.81) \times 0.8 = 13.466$ mm Hg

∴ আপেক্ষিক আর্দ্রতা $= \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{13.466}{22.38} \times 100\% = 60.17\%$

কুমিল্লায় শিশিরাঙ্ক = 20°C ∴ আপেক্ষিক আর্দ্রতা $= \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{17.54}{25.21} \times 100\% = 69.58\%$

ঢাকায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা তুলনামূলক কম এবং মধ্যম মানের। তাই ঢাকায় বেশি স্বস্তিবোধ হবে।

20. কোনো একদিন ঢাকার তাপমাত্রা **35°C** এবং শিশিরাঙ্ক **19.4°C**। ঐ একই সময়ে চট্টগ্রামে স্থাপিত একটি হাইগ্রোমিটারের শুষ্ক ও সিক্ত বাল্বের পাঠ যথাক্রমে **35°C** এবং **30°C** পাওয়া গেল। [**35°C** তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক **1.60** ও **19°C, 20°C, 27°C** এবং **35°C** তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে **16.5, 17.7, 26.78** এবং **42.16 mm** পারদ।] **[JB' 21]**

(গ) উদ্দীপক অনুসারে ঐদিন ঢাকার আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) একই তাপমাত্রা হওয়া সত্ত্বেও ঢাকা ও চট্টগ্রামের মধ্যে কোথায় ঘাম দ্রুত শুকাবে? উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. 19.4°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ $= 16.5 + 0.4 \times (17.7 - 16.5) = 16.98$

∴ আপেক্ষিক আর্দ্রতা $= \frac{16.98}{42.16} \times 100\% = 40.28\%$

ঘ. 'গ' হতে, ঢাকায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা = 40.28%

চট্টগ্রামে শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2) = 35° - 1.6(35° - 30°) = 27°C$

∴ চট্টগ্রামে আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{26.78}{42.16} \times 100\% = 63.52\%$

যেহেতু ঢাকায় আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম, তাই ঢাকায় ঘাম দ্রুত শুকাবে।

21. একজন ডুবুরী লবণাক্ত হ্রদের গভীরতা পরিমাপের জন্য $1.013 \times 10^5 Nm^{-2}$ চাপে $2.5 \times 10^{-2} m^3$ আয়তনের **1** মোল হিলিয়াম গ্যাস ভর্তি বেলুনকে হ্রদের পৃষ্ঠ হতে তলদেশে নিয়ে যাওয়ায় এর আয়তন অর্ধেক হয়ে গেল। এতে ডুবুরী মন্তব্য করলেন "হ্রদের গভীরতা **9m**।" উল্লেখ্য গ্যাস ও হ্রদের পানির তাপমাত্রা একই। [হ্রদের পানির ঘনত্ব $1.1 \times 10^3 kgm^{-3}$, $g = 9.8 ms^{-2}$, $R = 8.314 Jmol^{-1}K^{-1}$, হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ুর চাপ $1.013 \times 10^5 Nm^{-2}$] **[CB' 21]**

(গ) গ্যাসের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ডুবুরীর মন্তব্যের সত্যতা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. গ্যাসের তাপমাত্রা T হলে, $PV = nRT \Rightarrow T = \frac{PV}{nR} = \frac{1.013 \times 10^5 \times 2.5 \times 10^{-2}}{1 \times 8.314} K = 304.61K; T = 31.61°C$ **(Ans.)**

ঘ. আমরা জানি, $P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow 1.013 \times 10^5 \times V = P_2 \times \frac{V}{2}$

$\Rightarrow P_2 = 2 \times 1.013 \times 10^5 \Rightarrow P_1 + h\rho g = 2 \times 1.013 \times 10^5$

$\Rightarrow h\rho g = 2 \times 1.013 \times 10^5 - 1.013 \times 10^5$

$\Rightarrow h = \frac{1.013 \times 10^5}{1100 \times 9.8} m \therefore h = 9.4 m$

$\rho = 1.1 \times 10^3 kgm^{-3} = 1100 kgm^{-3}$
$P_2 = P_1 + h\rho g$

ডুবুরীর মন্তব্য অনুসারে গভীরতা, h = 9m ∴ ডুবুরীর মন্তব্য সত্য নয়।

22. একটি হাসপাতাল কর্তৃপক্ষ সবসময় রোগীদের কেবিনের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 46% এর কম রাখার চেষ্টা করে। কিন্তু একদিন তাদের এসি নিয়ন্ত্রণ ইউনিট ঠিকমতো কাজ করছিল না। কর্তৃপক্ষ লক্ষ করলো যে তাদের হাসপাতালে শুষ্ক ও সিক্ত বাল্ব হাইগ্রোমিটারের পাঠ দিচ্ছে যথাক্রমে 23°C এবং 15.8°C; গ্লেইসার উৎপাদক 23°C এ 1.74; 10°C, 11°C এবং 23°C এ সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে 9.2mm, 9.865mm এবং 21.105 mm Hg। [CB' 21]

(গ) ঐ দিনের শিশিরাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) হাসপাতাল কর্তৃপক্ষ আপেক্ষিক আর্দ্রতা নিয়ে ঐ দিন কোনো সংকটে পড়েছিল কি-না? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

উত্তর

গ. শিশিরাঙ্ক θ হলে,

$\theta_1 - \theta = G(\theta_1 - \theta_2) \Rightarrow \theta = 23° - 1.74(23° - 15.8°)$

$\Rightarrow \theta = 10.472°C$

$\therefore$ শিশিরাঙ্ক $= 10.472°C$

| $\theta_1 = 23°C$; $\theta_2 = 15.8°C$; $G = 1.74$

ঘ. 10.472°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ $= 9.2 + (9.865 - 9.2) \times 0.472 = 9.51388$ mm Hg

$\therefore$ আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{9.51388}{21.105} \times 100\% = 45.0788\%$

$\therefore$ আপেক্ষিক আর্দ্রতা 46% এর কম। তাই সংকটে পড়তে হয়নি।

23. কোনো বদ্ধ ঘরের তাপমাত্রা 30°C, শিশিরাঙ্ক 15°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 50%। ঐ সময় ঘরের বাহিরের তাপমাত্রা ছিল 26°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 65%। 30°C ও 26°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 31.83 mm HgP ও 25.25 mm HgP। 30°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক 1.65। [Din.B' 21]

(গ) ঐ ঘরের হাইগ্রোমিটার এর আর্দ্র বাল্ব এর তাপমাত্রা কত? ৩

(ঘ) যদি ঘরের একটি জানালা খুলে দেওয়া হয়, তবে জলীয়বাষ্প কোন দিকে প্রবাহিত হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2) \Rightarrow G(\theta_1 - \theta_2) = (30 - 15)°C$

$\Rightarrow \theta_1 - \theta_2 = 9.091°C \Rightarrow \theta_2 = 30°C - 9.091°C$

$\Rightarrow \theta_2 = 20.909°C$

| $\theta = 15°C$; $\theta_1 = 30°C$; $G = 1.65$; আর্দ্র বাল্ব এর তাপমাত্রা $= \theta_2$

ঘ. ঘরে আপেক্ষিক আর্দ্রতা = 50% $\therefore$ জলীয়বাষ্পের চাপ, $f_1 = 0.5 \times 31.83$ mm Hg $= 15.915$ mm Hg

ঘরের বাহিরে, জলীয়বাষ্পের চাপ, $f_2 = 0.65 \times 25.25$ mm Hg $= 16.4125$ mm Hg $\therefore f_2 > f_1$

$\therefore$ জলীয়বাষ্প বাইরে থেকে ভেতরের দিকে প্রবাহিত হবে।

24. একদিন কোনো স্থানে একটি হাইগ্রোমিটারে শুষ্ক ও আর্দ্র বাল্বের তাপমাত্রা যথাক্রমে 25°C ও 19°C এবং শিশিরাঙ্ক 14.77°C। 15°C, 16°C এবং 25°C এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ যথাক্রমে 17.54 mmHg, 19.83 mmHg এবং 25.21 mmHg চাপ। [MB' 21]

(গ) গ্লেইসারের উৎপাদক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ঐ দিনে আপেক্ষিক আর্দ্রতা 20% কমে গেলে শিশিরাঙ্কের কীরূপ পরিবর্তন হবে তা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

$\theta_1 - \theta = G(\theta_1 - \theta_2) \Rightarrow G = \frac{\theta_1 - \theta}{\theta_1 - \theta_2} = \frac{25° - 14.77°}{25° - 19°}$

$\therefore G = 1.705$

| $\theta_1 = 25°C$; $\theta_2 = 19°C$; $\theta = 14.77°C$

ঘ. আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\%$

1°C তাপমাত্রা হ্রাসে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ হ্রাস পায় $(19.83 - 17.54)$mmHg $= 2.29$ mmHg

14.77°C তাপমাত্রায়, $f = (17.54 - 2.29 \times 0.23)$mmHg $= 17.0133$ mmHg | $F = 25.21$ mmHg

$\therefore R = \frac{17.0133}{25.21} \times 100\% = 67.486\%$; 20% কমে গেলে আপেক্ষিক আর্দ্রতা $= (67.486 - 20)\% = 47.486\%$

এখন, $\frac{47.486}{100} = \frac{f'}{25.21 \text{ mmHg}} \Rightarrow f' = 11.9713$ mmHg $\therefore$ শিশিরাঙ্ক হবে $= 15°C - \left(\frac{17.54 - 11.9713}{2.29}\right) \times 1°C$

$= (15 - 2.4317)°C = 12.5683°C$ $\therefore$ শিশিরাঙ্ক হ্রাস পাবে $= (14.77 - 12.5683)°C = 2.2017°C$

25. **168 g নাইট্রোজেন গ্যাস ভর্তি একটি বেলুনকে সমুদ্রের তলদেশে নিয়ে যাওয়ায় আয়তন অর্ধেক হয়ে গেল। সমুদ্রপৃষ্ঠের চাপ, বায়ুর চাপ এবং তাপমাত্রা 30°C। তলদেশের তাপমাত্রা 14°C। [পানির ঘনত্ব $1025\ kgm^{-3}$, $g = 9.8\ ms^{-2}$, $R = 8.314\ Jmol^{-1}K^{-1}$]** **[DB' 19]**

(গ) সমুদ্রপৃষ্ঠে নাইট্রোজেন গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) তাপমাত্রার পরিবর্তন বিবেচনায় হ্রদের গভীরতা নির্ণয় করা সম্ভব কি-না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. 7 নং (গ) এর অনুরূপ

ঘ. 7 নং (ঘ) এর অনুরূপ

26. **একটি হ্রদের তলদেশ ও পৃষ্ঠের পানির তাপমাত্রা যথাক্রমে 8°C ও 30°C। 2L আয়তনবিশিষ্ট একটি বায়ুপূর্ণ বেলুন হ্রদের তলদেশ হতে ছেড়ে দেয়া হলো। বেলুনটির সর্বোচ্চ প্রসারণ সক্ষমতা 15L। হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলের চাপ $10^5 Nm^{-2}$, হ্রদের গভীরতা 15m এবং পানির ঘনত্ব $1000\ kgm^{-3}$।** **[RB' 19]**

(গ) বেলুনে আবদ্ধ বায়ুর অণুসমূহের গতিশক্তির পরিবর্তন নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বেলুনটি হ্রদের পৃষ্ঠে এসে বিস্ফোরিত হওয়ার সম্ভাবনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $n = \frac{PV}{RT} = \frac{(P+h\rho g)\times V}{RT} = 0.21145\ mol$; $E_{k_1} = \frac{5}{2}nRT_1$; $E_{k_2} = \frac{5}{2}nRT_2 \therefore \Delta E_k = \frac{5}{2}nR\Delta T = 96.7\ J$ **(Ans.)**

ঘ. আমরা জানি, $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$; $P_1 = 10^5$; $T_1 = 273 + 30 = 303K$

$\therefore P_2 = (10^5 + 15 \times 1000 \times g); V_2 = 2L; T_2 = 273 + 8 = 281K$

$\therefore V_1 = \frac{P_2V_2}{T_2} \times \frac{T_1}{P_1}; V_1 = 5.32L$ ∴ বেলুনটি বিস্ফোরিত হবে না।

27. **30°C তাপমাত্রায় এবং 2 atm চাপে একটি বেলুনের মধ্যে 24 gm অক্সিজেন গ্যাস আছে। এক মৌল অক্সিজেনের ভর 32 gm, অপরদিকে কোনো একটি পুকুরের উপরিদেশে বায়ুমণ্ডলের চাপ 1.5 atm, পানির ঘনত্ব $1050\ kgm^{-3}$ ও গভীরতা 20m এবং অন্য একটি পুকুরের উপরিদেশে বায়ুমণ্ডলের চাপ 1.2 atm, পানির ঘনত্ব $1000 kgm^{-3}$ ও গভীরতা 25 m। [$1\ atm = 1.013 \times 10^5 Pa, R = 8.314\ Jmol^{-1}K^{-1}$ and $g = 9.8\ ms^{-2}$]** **[Ctg.B' 19]**

(গ) উদ্দীপকের বেলুনের গ্যাসের আয়তন নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের কোনো পুকুরের তলদেশে গ্যাস ভর্তি বেলুনের আয়তন কম হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

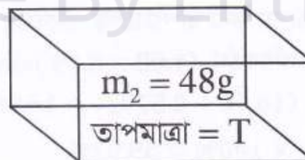
উত্তর

গ. $PV = nRT \Rightarrow V = \frac{24}{32} \times 0.0821 \times 303 \times \frac{1}{2} = 9.3286L$

ঘ. ১ম পুকুরে আয়তন V_1 হলে, $V_1 = \frac{P_0}{P_1 + h_1\rho_1 g}V_0 = \frac{2\times101325}{1.5\times101325+20\times1050\times9.8}V_0 = 0.5664V_0$

২য় পুকুরে আয়তন V_2 হলে, $V_2 = \frac{P_0}{P_2 + h_2\rho_2 g}V_0 = \frac{2\times101325}{1.2\times101325+25\times1000\times9.8}V_0 = 0.5528V_0$

28. $m_1 = 30g$, $C = 575\ ms^{-1}$, তাপমাত্রা = T, $R = 8.31\ Jmol^{-1}K^{-1}$ **[JB' 19]**



চিত্র-১ : নাইট্রোজেন গ্যাস চিত্র-২ : কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস

(গ) সিলিন্ডারে রক্ষিত গ্যাসের তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কোনো পাত্রের গ্যাসের গতিশক্তি বেশি-গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে নির্ণয় কর। ৪

উত্তর

গ. সিলিন্ডারে রক্ষিত গ্যাসের ক্ষেত্রে, $R = 8.31\ Jmol^{-1}K^{-1}$; $C = 575\ ms^{-1}$; $M = 28 \times 10^{-3}\ kg$

আমরা জানি, $C = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Rightarrow \frac{C^2M}{3R} = T \Rightarrow T = \frac{575^2\times28\times10^{-3}}{3\times8.31} = 371.34\ K = 98.34°C$



ঘ. 'গ' হতে প্রাপ্ত, $T = 371.34$ K। N_2 এর $n = \frac{30}{28} = 1.07$ mol

নাইট্রোজেনের ক্ষেত্রে, $E = \frac{5}{2}$ nRT $= \frac{5}{2} \times 1.07 \times 8.31 \times 371.34 = 8265.63$ J

CO_2 এর মোল সংখ্যা, $n = \frac{48}{44} = 1.0909$ mol

কার্বন ডাইঅক্সাইডের ক্ষেত্রে, , $E = 3$ nRT $= 3 \times 1.091 \times 8.31 \times 371.34 = 10099.097$ J

$\therefore E_{CO_2} > E_{N_2}$। অর্থাৎ, দ্বিতীয় পাত্রের গ্যাসের গতিশক্তি বেশি।

29. একজন ডুবুরি অক্সিজেন সিলিন্ডার ছাড়া **6 m** গভীর পর্যন্ত পানির নিচে অনুসন্ধান চালাতে পারে। পানির ওপরিতলে **'A'** স্থানে **10^5Pa** চাপে গ্যাসপূর্ণ একটি বেলুনের আয়তন **$10^{-3}m^3$**। বেলুনটি পানিতে **'B'** স্থানে নিমজ্জিত করলে আয়তন হয় **$5 \times 10^{-4}m^3$**। [পানির ঘনত্ব = **10^3kg m^{-2}**, অভিকর্ষজ ত্বরণ = **9.8 ms^{-2}**] **[CB' 19]**

(গ) বেলুনটির মধ্যে গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) ডুবুরি উদ্দীপকের **'B'** স্থানে অক্সিজেন সিলিন্ডার ছাড়া অনুসন্ধান কার্য চালাতে পারবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. উপরিতলে $P = 10^5$ Pa ; $V = 10^{-3}$ m^3

$\therefore E_k = \frac{f}{2}PV = \frac{5}{2} \times 10^5 \times 10^{-3} = 250$ J [O_2 এর $f = 5$]

ঘ. B স্থানে, $P_2 = P_1 + h\rho g$। এখন, $\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{10^{-3}}{5 \times 10^{-4}} \therefore P_2 = 2 \times 10^5$

তাহলে, $P_2 = P_1 + h\rho g \Rightarrow \frac{P_2 - P_1}{\rho g} = h \therefore h = 10.2$ m $\therefore$ অক্সিজেন সিলিন্ডার লাগবে।

30. কক্ষ তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট কোনো স্থানে **0.6 m^3** আয়তনের একটি সিলিন্ডারে **800 gm** মিথেন **(CH_4)** গ্যাসকে **202650 Pa** চাপে পূর্ণ করা হলো। শিক্ষক তাঁর ছাত্রদের বললেন ওই স্থানের শিশিরাঙ্ক **11.5°C** এবং স্থানটির আপেক্ষিক আর্দ্রতা **60%**-এর ওপর থাকলেই বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা থাকে। **11° C, 12° C, 19° C** ও **20° C**-এ সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ যথাক্রমে **9.84 mm(Hg), 10.52 mm(Hg), 16.46 mm(Hg)** ও **17.54 mm(Hg)** পাওয়া গেল। মিথেনের আণবিক ভর **16 gmol^{-1}**। **[Din.B' 19]**

(গ) ওই স্থানের কক্ষ তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের স্থানে বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা আছে কিনা- গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উপস্থাপন কর। ৪

উত্তর

গ. আদর্শ গ্যাস সমীকরণ অনুসারে, $PV = nRT \Rightarrow PV = \frac{w}{M} RT \therefore T = \frac{PVM}{wR} = \frac{202650 \times 0.6 \times 16}{800 \times 8.314} = 292.49K$ **(Ans.)**

ঘ. ঐ স্থানের তাপমাত্রা = $(292.49 - 273)$°C = 19.49°C

$(12 - 11)$°C বা 1°C তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য বাষ্পচাপের পরিবর্তন = $(10.52 - 9.84) = 0.68$mm(Hg)

$\therefore$ 0.5°C তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য বাষ্পচাপের পরিবর্তন $(0.68 \times 0.5) = 0.34$mm(Hg)

$\therefore$ 11.5°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ= $(9.84 + 0.34) = 10.18$mm(Hg)

আবার, $(20 - 19)$°C বা, 1°C তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য বাষ্পচাপের পরিবর্তন = $(17.54 - 16.46) = 1.08$mm(Hg)

$\therefore$ 0.49°C তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য বাষ্পচাপের পরিবর্তন (1.08×0.49)mm (Hg) = 0.5292mm(Hg)

$\therefore$ 19.49°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ = $(16.46 + 0.5292) = 16.9892$mm(Hg)

$\therefore$ আপেক্ষিক আর্দ্রতা, $R = \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{10.18}{16.9892} \times 100\% = 59.92\%$

$\therefore$ উদ্দীপকের স্থানে বৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা নেই।

31. **A** স্থানের একটি হ্রদের তলদেশ হতে একটি বায়ু বুদবুদ পানির উপরিতলে আসায় বুদবুদের ব্যাসার্ধ দ্বিগুণ হয়। হ্রদটিতে বায়ুমণ্ডলের চাপ **10^5Nm^{-2}**, বায়ুর তাপমাত্রা **18.6°C** এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা **52.4%**। অন্য কোনো দিন **B** স্থানের অন্য একটি হ্রদে বায়ুর তাপমাত্রা **A** স্থানের হ্রদের সমান এবং শিশিরাঙ্ক **7.4°C, 7°C, 8°C, 18°C** ও **19°C** তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে **7.5×10^{-3}m, 8.2×10^{-3}m, 15.6×10^{-3}m** ও **16.5×10^{-3}m** পারদ। **[All B'18]**

(গ) **A** স্থানের হ্রদের গভীরতা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের কোন স্থানে একজন ব্যক্তি বেশি স্বস্তিবোধ করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. 11 নং (গ) এর অনুরূপ

ঘ. 14 নং (ঘ) এর অনুরূপ

32. কোনো একদিন ল্যাবরেটরিতে সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব আর্দ্রতা মাপক যন্ত্রের শুষ্ক বাল্বের পাঠ **30°C** এবং সিক্ত বাল্বের পাঠ **28°C** পাওয়া গেল। ভিন্ন ভিন্ন তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ ও গ্লেইসারের উৎপাদকের মান নিচের সারণি -১-এ প্রদত্ত হলো: **[DB' 17]**

সারণি-১

তাপমাত্রা	সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ (mHg)	গ্লেইসারের উৎপাদক
26°C	25.21×10^{-3}	**1.69**
28°C	28.35×10^{-3}	**1.67**
29°C	29.93×10^{-3}	**1.66**
30°C	31.83×10^{-3}	**1.65**

(গ) ল্যাবরেটরিতে ঐ দিন আপেক্ষিক আর্দ্রতা কত ছিল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) যদি ঐ দিন তাপমাত্রা হঠাৎ **1°C** হ্রাস পায় তবে শিশিরাঙ্কের পরিবর্তন কীরূপ হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 30°C$

আর্দ্র বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_2 = 28°C$

30°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের ধ্রুবক, $G = 1.65$

শিশিরাঙ্ক θ হলে, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2) = 30°C - 1.65(30°C - 28°C) = 26.7°C$

30°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, $F = 31.83 \times 10^{-3}$mHg

26°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, $= 25.21 \times 10^{-3}$mHg ও 28°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, $= 28.35 \times 10^{-3}$mHg

$\therefore (28°C - 26°C) = 2°C$ তাপমাত্রার পরিবর্তনে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপের পরিবর্তন

$= (28.35 - 25.21) \times 10^{-3}\text{mHg} = 3.14 \times 10^{-3}\text{mHg}$

$\therefore$ 0.7°C তাপমাত্রার পরিবর্তনে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপের পরিবর্তন $= \frac{3.14\times10^{-3}}{2} \times 0.7\text{mHg} = 1.099 \times 10^{-3}$

$\therefore$ 26.7°C তাপমাত্রায় বায়ুর সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ, $f = (25.21 \times 10^{-3} + 1.099 \times 10^{-3})\text{mHg} = 26.31 \times 10^{-3}\text{mHg}$

$\therefore$ আর্দ্রতা $= \frac{f}{F} \times 100\% = \frac{26.31\times10^{-3}}{31.83\times10^{-3}} \times 100\% = 82.658\%$

ঘ. যে তাপমাত্রায় বায়ুমণ্ডলের কোনো নির্দিষ্ট স্থানের বায়ু এর মধ্যস্থিত জলীয়বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়, সে তাপমাত্রাকে শিশিরাঙ্ক বলে। কোনো স্থানের শিশিরাঙ্ক বায়ুর তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে না। শিশিরাঙ্ক বায়ুস্থ জলীয়বাষ্পের উপর নির্ভর করে। বায়ুর তাপমাত্রা 1°C কমানো হলেও তাতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ পরিবর্তিত হবে না। সুতরাং, তাপমাত্রা 1°C হ্রাস পেলেও শিশিরাঙ্ক একই থাকবে।

33. পদার্থবিজ্ঞান বিভাগের প্রধান স্যার অফিস কক্ষে প্রবেশ করে দেখতে পেলেন হাইগ্রোমিটারের শুষ্ক বাল্বের পাঠ **30°C** এবং ঐদিন আপেক্ষিক আর্দ্রতা ছিল **75%**। তিনি এসি চালু করে কক্ষের তাপমাত্রা **23°C** -এ নামিয়ে নিলেন। তখন আর্দ্র বাল্বের পাঠ **14.76°C**। [গ্লেইসারের তালিকায় **30°C** এবং **23°C** এ গ্লেইসারের উৎপাদক যথাক্রমে $G = 1.65$ এবং $G = 1.74$, রেনোর তালিকায় **30°C, 23°, 8°C** এবং **9°C** তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে **29.92mm, 20.24mm, 8.92mm,** এবং **9.22mm** পারদ চাপ।] **[RB' 17]**

(গ) ঐ দিন সন্ধ্যায় বায়ুর তাপমাত্রা **23°C**-এ নেমে এলে বায়ুস্থ জলীয়বাষ্পের কত অংশ ঘনীভূত হবে? ৩

(ঘ) কক্ষের ভিতর এসি চালু করায় বিভাগীয় প্রধান স্যার আরাম বোধ করেন কেন? উদ্দীপকের আলোকে গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

উত্তর

গ. $23°C$ এ শিশিরাঙ্ক, $\theta = \theta_1 - G(\theta_1 - \theta_2)$
$= 23° - 1.74(23° - 14.76°) = 8.66°$
$\therefore 8.66°C$ এ সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ
$= [(9.22 - 8.92) \times 0.66 + 8.92]mm = 9.118mm$
$30°C$ এ সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ $= 29.92mm$

এখানে, শুষ্ক বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_1 = 23°C$
আর্দ্র বাল্বের তাপমাত্রা, $\theta_2 = 14.76°C$
$\theta_1 = 23°C$ এ গ্লেইসারের উৎপাদক $4 = 1.74$
শিশিরাঙ্ক, $\theta = ?$

$\therefore \frac{30°C \text{ এ বাষ্পচাপ}}{30°C \text{ এ সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ}} = 0.75 \Rightarrow 30°C$ এ বাষ্পচাপ $= 0.75 \times 29.92mm = 22.44mm$

$\therefore$ ঘনীভূত জলীয়বাষ্প $= \frac{22.44 - 9.118}{22.44} \times 100\% = 59.37\%$

ঘ. 'গ' হতে আমরা পাই, এসি চালু করলে জলীয়বাষ্পের 59.37% ঘনীভূত হয়। অর্থাৎ বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ কমে যায়। আমরা জানি, পানির আপেক্ষিক তাপ অনেক বেশি। তাই পানি অনেক তাপ ধরে রাখতে পারে। জলীয়বাষ্পের পরিমাণ কমে গেলে পরিবেশ বেশি তাপ ধরে রাখতে পারে না বলে কক্ষ দ্রুত ঠাণ্ডা হয়। তাই তিনি আরামবোধ করবেন।

34. **একটি সিলিন্ডারে 127°C তাপমাত্রা ও 72cm পারদ চাপে 3gm হিলিয়াম গ্যাস রাখা আছে। একই পরিমাণ হিলিয়াম গ্যাস অপর একটি সিলিন্ডারে STP তে রাখা হল।** **[Ctg.B' 17]**

(গ) প্রথম সিলিন্ডারে গ্যাসের আয়তন হিসাব কর। ৩

(ঘ) সিলিন্ডার দুটিতে গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয়পূর্বক তাপমাত্রা তুলনা করে ফলাফল বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. দেয়া আছে, তাপমাত্রা, $T = (127 + 273)K = 400K$
চাপ, $P = 72cm$ পারদ চাপ $= \left(\frac{72}{76} \times 101\,325\right) Pa = 95992.105\ Pa$
মোল, $n = \frac{3gm}{4gm} = 0.75$ mole
মোলার ধ্রুবক, $R = 8.31\ Jmol^{-1}K^{-1}$
আয়তন, $V = ?$
আমরা জানি, $PV = nRT \Rightarrow V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.75 \times 8.31 \times 400}{95992.105}\ m^3 = 0.02597\ m^3$

ঘ. মোল সংখ্যা, $n = 0.75$ mole
১ম সিলিন্ডারের তাপমাত্রা, $T_1 = (127 + 273)K = 400K$
২য় সিলিন্ডারের তাপমাত্রা, $T_2 = 273K$
মোলার ধ্রুবক, $R = 8.31\ J\ K^{-1}mole^{-1}$
$\therefore$ ১ম সিলিন্ডারের গ্যাসের গতিশক্তি, $E_1 = \frac{3}{2}nRT_1 = \left(\frac{3}{2} \times 0.75 \times 8.31 \times 400\right) J = 3739.5J$
ও ২য় সিলিন্ডারের গ্যাসের গতিশক্তি, $E_2 = \frac{3}{2}nRT_2 = \left(\frac{3}{2} \times 0.75 \times 8.31 \times 273\right) J = 2552.209J$
$\therefore$ ১ম সিলিন্ডারের গ্যাসের গতিশক্তি বেশি, কেননা এর তাপমাত্রা বেশি এবং শক্তি $\propto$ তাপমাত্রা।

35. **কোনো ঘরের তাপমাত্রা 32°C, শিশিরাংক 14°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 48%। ঐ সময় ঘরে বাইরের তাপমাত্রা 11°C ও আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70%। 32°C ও 11°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 33.6mmHg ও 9.8mmHg। 30°C-এ গ্লেইসারের ধ্রুবক 1.63।** **[SB' 17]**

(গ) ঐ ঘরে ঝুলানো আর্দ্র ও শুষ্ক বাল্ব হাইগ্রোমিটারে আর্দ্র বাল্ব থার্মোমিটার কত পাঠ দেখাবে? ৩

(ঘ) যদি ঘরের একটি জানালা খুলে দেয়া হয় তাহলে জলীয়বাষ্প কোনো দিকে চলাচল করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর। ৪

উত্তর

গ. 23 নং (গ) এর অনুরূপ

ঘ. 23 নং (ঘ) এর অনুরূপ

36. পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবে একদল ছাত্র লক্ষ্য করল বিশুদ্ধ পানিপূর্ণ পাত্রে বায়ু বুদবুদ তলদেশ থেকে পৃষ্ঠদেশে আসার ফলে আয়তন **1.1** গুণ হয়। পরীক্ষার এক পর্যায়ে একজন ছাত্র পানিতে অন্য একটি তরল মিশ্রিত করায় পানির ঘনত্ব বেড়ে দ্বিগুণ হয়ে যায়। (বায়ু মণ্ডলের চাপ $10^5 Nm^{-2}$)। **[BB' 17]**

(গ) পানির তাপমাত্রা ধ্রুব থাকলে পাত্রটির উচ্চতা কত? ৩

(ঘ) তরল মিশ্রিত করার পর পৃষ্ঠদেশে আসা বুদবুদগুলোর আয়তনের কোনোরূপ পরিবর্তন হবে কীনা গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. 11 (গ) এর অনুরূপ

ঘ. 11 (ঘ) এর অনুরূপ

37. একজন ছাত্র পরীক্ষাগারে স্থির চাপে প্রমাণ তাপমাত্রার কিছু পরিমাণ O_2 গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করায় গ্যাসের আয়তন দ্বিগুণ হলো। এতে তার বন্ধু মন্তব্য করল পরীক্ষাধীন গ্যাসের অণুগুলোর গড় বর্গবেগও দ্বিগুণ হবে। **[JB' 17]**

(গ) চূড়ান্ত তাপমাত্রা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তার বন্ধুর মন্তব্যের যথার্থতা যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 0°C = 273K; \frac{V_2}{V_1} = 2$

শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = ?$

$\frac{T_2}{T_1} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow T_2 = T_1 \times \frac{V_2}{V_1} = (2 \times 273)K = 546K \therefore T_2 = 273°C$

ঘ. আদি তাপমাত্রা, $T_1 = 0°C = 273K$

শেষ তাপমাত্রা, $T_2 = 273°C = 546K$ [(গ) হতে]

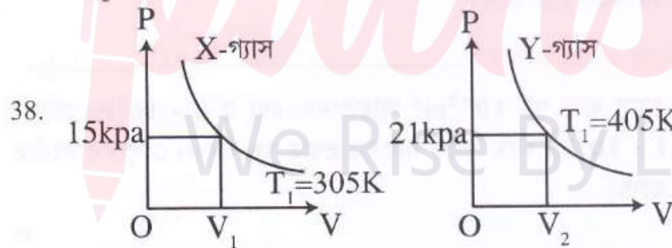
T_1 তাপমাত্রায় গড় বর্গবেগ, $c_1^2 = \frac{3RT_1}{M}$

O_2 এর ক্ষেত্রে, $M = 32\ gm = 0.032\ kg$

$\therefore c_1^2 = \frac{3 \times 8.31 \times 273}{0.032} m^2s^{-2} = 212684.0625\ m^2s^{-2}$

T_2 তাপমাত্রায় গড় বর্গবেগ, $c_2^2 = \frac{3RT_2}{M} = \frac{3 \times 8.31 \times 546}{0.032} = 425368.125\ m^2s^{-2}$

$\therefore \frac{c_1^2}{c_2^2} = \frac{1}{2} \Rightarrow c_1^2 = 2c_1^2 \therefore$ বন্ধুর মন্তব্যটি যথার্থ।

38.


দুটি ভিন্ন পাত্রে সংরক্ষিত **325 gm** এবং **288 gm** ভরের **10 mole** করে যথাক্রমে **X** গ্যাস ও **Y** গ্যাস এর জন্য দুটি **P – V** লেখ অঙ্কিত আছে। **[CB' 17]**

(গ) উদ্দীপক অনুযায়ী গ্যাসদ্বয়ের আয়তনের তুলনা $(V_1 : V_2)$ কর। ৩

(ঘ) পাত্র দুটির মুখ একই সময়ে খুলে দিলে কোনো পাত্রটি আগে খালি হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ. $PV = nRT \therefore V_1 = \frac{n_1RT_1}{P_1} = \frac{10R \times 305}{15 \times 10^3}$; $V_2 = \frac{n_2RT_2}{P_2} = \frac{10R \times 405}{21 \times 10^3}$

$\therefore V_1 : V_2 = \frac{10R \times 305}{15 \times 10^3} : \frac{10R \times 405}{21 \times 10^3} = 427 : 405 = 1.05 : 1$

ঘ. গ্রাহামের ব্যাপন সূত্র অনুসারে, $\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}$

এক্ষেত্রে, $\frac{W_1}{M_1} = 10 \Rightarrow M_1 = \frac{W_1}{10} = \frac{325}{10} = 32.5\text{gm}$ এবং $M_2 = \frac{W_2}{10} = \frac{288}{10} = 28.8 \text{ gm} \therefore \frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{28.8}{32.5}} = 0.94$

এবং $r = \frac{V}{t}$ বলে, $\frac{\frac{V_1}{t_1}}{\frac{V_2}{t_2}} = 0.94 \Rightarrow \frac{t_2}{t_1}\cdot\frac{V_1}{V_2} = 0.94 \Rightarrow \frac{t_2}{t_1} \times (1.05) = 0.94$ ['গ' হতে, $\frac{V_1}{V_2} = 1.05$]

$\Rightarrow \frac{t_1}{t_2} = \frac{1.05}{0.94} = 1.12$ যেহেতু $t_2 < t_1$ সেহেতু 2 নং পাত্রে, অর্থাৎ y গ্যাসের পাত্রটি আগে খালি হবে।

39. একটি গ্যাস সিলিন্ডারের আয়তন 1.5m^3। সিলিন্ডারটিতে 27°C তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের 30×10^{25}টি অণু আবদ্ধ আছে। গ্যাসের অণুর ব্যাস $25 \times 10^{-10}\text{m}$। পরবর্তীতে উক্ত গ্যাসপূর্ণ সিলিন্ডারটি সমআয়তনের অপর একটি খালি সিলিন্ডারের সাথে যুক্ত করা হল। [Din.B' 17]

(গ) সিলিন্ডারে আবদ্ধ গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) খালি সিলিন্ডার যুক্ত করায় গ্যাসের অণুর গড় মুক্ত পথের পরিবর্তন হবে কিনা-গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

উত্তর

গ. গ্যাসের তাপমাত্রা $T = (27 + 273)\text{K} = 300 \text{ K}$

গ্যাসের মোল সংখ্যা, $n = \frac{30\times10^{25}}{6.023\times10^{23}} = 498.09$

$\therefore$ গ্যাসের গতিশক্তি, $E = \frac{3}{2}nRT = \left(\frac{3}{2} \times 498.09 \times 8.314 \times 300\right)\text{J} = 1.86 \times 10^6 \text{ J}$

ঘ. খালি সিলিন্ডার সংযুক্ত করার পূর্বে, গ্যাসের আয়তন, $V = 1.5\text{m}^3$

অণুর সংখ্যা, $N = 30 \times 10^{25}$

অণুর ব্যাস, $d = 25 \times 10^{-10}\text{m}$ $\therefore$ একক আয়তনে অণুর সংখ্যা, $n = \frac{N}{V} = \frac{30\times10^{25}}{1.5} = 20 \times 10^{25}$

$\therefore$ ম্যাক্সওয়েলের সূত্রমতে, গ্যাসের অণুর গড় মুক্তপথ,

$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\,\pi n d^2} = \frac{1}{\sqrt{2}\,\pi\times20\times10^{25}\times(25\times10^{-10})^2} \text{ m} = 1.8 \times 10^{-10}\text{m}$

সমআয়তনের খালি সিলিন্ডার সংযুক্ত করলে,

গ্যাসের আয়তন, $V' = 2V = 3\text{m}^3$

$\therefore$ একক আয়তনে গ্যাসের অণুর সংখ্যা, $n' = \frac{N}{V'} = \frac{30\times10^{25}}{3} = 10^{26}$

$\therefore$ ম্যাক্সওয়েলের সূত্র মতে, অণুর গড় মুক্তপথ, $\lambda' = \frac{1}{\sqrt{2}rn\,d^2} = \frac{1}{\sqrt{2}\pi\times10^{26}\times(25\times10^{-10})^2} \text{ m} = 3.6 \times 10^{-10}\text{m}; \frac{\lambda'}{\lambda} = 2$

সুতরাং খালি সিলিন্ডার সংযুক্ত করলে গ্যাসের অণুর গড় মুক্তপথ দ্বিগুণ হয়ে যাবে।

CQ: বোর্ড স্ট্যান্ডার্ড প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতামূলক প্রশ্ন ও নমুনা উত্তর

01. আবির একটি গোলাকার বেলুনকে ফুলানোর জন্য হিলিয়াম গ্যাস দ্বারা পূর্ণ 10^{-2}m^3 আয়তনের এবং $2.8 \times 10^5\text{Pa}$ চাপের একটি সিলিন্ডারের সাথে যুক্ত করলো। সিলিন্ডারের চাপ $1.1 \times 10^5\text{Pa}$ কমে গেলে গ্যাসের প্রবাহ বন্ধ করল। বেলুনের সর্বোচ্চ ব্যাস 32 cm এবং সম্পূর্ণ ব্যবস্থা 25°C তাপমাত্রায় স্থির রাখা হলো।

(গ) সিলিন্ডার হতে বেলুনে গ্যাসের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বেলুনটি নিরাপদে ফুলানো হয়েছিলো কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

উত্তর

গ. আমরা জানি,

$P_2 = \frac{n_2RT}{V}$; $P_1 = \frac{n_1RT}{V}$

$\Delta P = (n_2 - n_1)\frac{RT}{V}$

$\Rightarrow \Delta n = \frac{\Delta P\times V}{RT} = \frac{1.1\times10^5\times10^{-2}}{8.314\times298} = 0.44390 \text{ mol}$

$\therefore$ বেলুনে গ্যাসের পরিমাণ, $m_{He} = 1.775 \text{ gm}$

এখানে, আদি চাপ, $P_1 = 2.8 \times 10^5\text{Pa}$

আয়তন, $V_1 = 10^{-2}\text{m}^3$

তাপমাত্রা, $T = (25 + 273)\text{K} = 298\text{K}$

আণবিক ভর, $M = 4\text{gmol}^{-1}$

ঘ. বেলুনে গ্যাসের পরিমাণ, $m_{He} = 1.775$ gm

চাপ, $P = 101325$ Pa

বেলুনের সর্বোচ্চ আয়তন, $V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{32}{2}\right)^3 cm^3 = 17157.28cm^3 = 0.01715728m^3$

এখন, $PV' = \frac{m_{He}}{M}RT \Rightarrow 101325 \times V' = \frac{1.775}{4} \times 8.31 \times 298 \therefore V' = 0.01085m^3$

অর্থাৎ, বেলুনটি নিরাপদে ফোলানো যায়।

02.

n = 2 mole	n = 1 mole	
X, V	Y, 2V	Y গ্যাসের আণবিক ভর X অপেক্ষা 16 গুণ বেশি

(গ) $27°C$ তাপমাত্রায় X গ্যাসটির প্রতি গ্রাম অণুর গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের গ্যাসদ্বয়ের গড় বর্গের বর্গমূল মান সমান নয় - উক্তিটির তাৎপর্য গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

উত্তর

গ.

আমরা জানি, $E_k = \frac{3}{2}RT = \frac{3}{2} \times 8.314 \times 300 = 3741.3J$ | এখানে, $R = 8.314Jmol^{-1}k^{-1}$, $T = 300K$

ঘ.

X gas

$PV = nRT \Rightarrow P = \frac{2RT}{V}$

$\Rightarrow \rho = \frac{m}{v} = \frac{2M}{V}$

$c_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3\times2RT}{V\cdot\frac{2M}{V}}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

Y gas

$P.2V = nRT \Rightarrow P = \frac{RT}{2V}$

$\rho = \frac{m}{V} = \frac{16M}{2V} = \frac{8M}{V}$

$c_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} = \sqrt{\frac{3RT}{2V\cdot\frac{8M}{V}}} = \sqrt{\frac{3RT}{16M}}$

$\therefore$ X gas এর c_{rms} বেগ Y gas এর চেয়ে বেশি।

03. নিচের চিত্রে A ও B দুটি পাত্রের 1 টির মধ্যে নাইট্রোজেন গ্যাস ও অপরটিতে অজানা গ্যাস রয়েছে।

পাত্র A	পাত্র B
$P = 42MPa$	$P = 52MPa$
$c_{rms} = 1500ms^{-1}$	$c_{rms} = 1600ms^{-1}$
$V = 10^{-3}m^3$	$V = 10^{-3}m^3$
$n = 2$ mole	$n = 2$ mole

(গ) পাত্র B তে রক্ষিত গ্যাসের গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) কোনো পাত্রে জানা গ্যাসটি আছে বলে তুমি মনে কর। উদ্দীপকের তথ্য হতে গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

উত্তর

গ. $E_K = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}PV = \frac{3}{2} \times 52 \times 10^6 \times 10^{-3} = 78000 J$ [পাত্রের প্রকৃত অবস্থায়]

ঘ.

পাত্র-A

$PV = nRT$

$\Rightarrow T = \frac{PV}{nR} = \frac{42\times10^6\times10^{-3}}{2\times8.314} = 2525.86 K$

$c_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}; M = \frac{3RT}{c_{rms}^2} = 0.028 kg = 28g$

পাত্র-B

$T = \frac{PV}{nR} = \frac{52\times10^6\times10^{-3}}{2\times8.314} = 3127.25 K$

$M = \frac{3RT}{c_{rms}^2} = 0.030 kg = 30g$

$\therefore$ জানা গ্যাসটি পাত্র A তে আছে।

বোর্ড প্রশ্ন ২০২২ [শর্ট সিলেবাস]

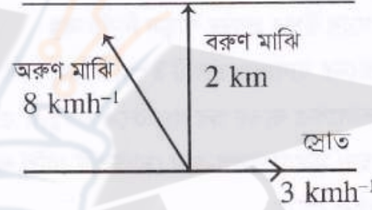
রাজশাহী বোর্ড

পূর্ণমান: ৩০+১৫=৪৫ সময়: ২ ঘণ্টা

সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৩০ সময়: ১ : ৪০ মিনিট

01. অরুণ মাঝি 8 kmh^{-1} বেগে নৌকা চালিয়ে নদীর প্রস্থ বরাবর পার হয়। বরুণ মাঝি একই বেগে নদীর প্রস্থ বরাবর নৌকা চালায়। নদীর প্রস্থ 2 km।



(ক) ভেক্টর যোগের ত্রিভুজ সূত্রটি লেখ। ১

(খ) ট্রলি ব্যাগের হাতল লম্বা রাখার সুবিধা কী? ২

(গ) উদ্দীপকে অরুণ মাঝিকে কোন দিকে নৌকা চালাতে হয়েছিল? ৩

(ঘ) উদ্দীপকের কোন মাঝি কম সময়ে নদী পার হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

02. একটি ভারী চাকার ভর 40 kg এবং জড়তার ভ্রামক 4000 kgm^2। চাকাটি প্রতি মিনিটে 100 বার ঘুরছে। রহমান সাহেব চাকাটিকে 2 মিনিটে থামানোর জন্য 300 Nm বাধাদানকারী টর্ক প্রয়োগ করল।

(ক) মহাকর্ষীয় বিভব কী? ১

(খ) দরজার হাতল মাঝে না রেখে প্রান্তে রাখা হয় কেন? ২

(গ) উদ্দীপকে চাকাটির ঘূর্ণন গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে রহমান সাহেব নির্দিষ্ট সময়ে চাকাটি থামাতে সক্ষম হবে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। ৪

03. তিনটি ভেক্টর রাশি যথাক্রমে $\vec{A} = 2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$, $\vec{B} = 6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ এবং $\vec{C} = (6xy + z^3)\hat{i} - (3x^2 - z)\hat{j} + (3xz^2 - y)\hat{k}$.

(ক) রাস্তার ব্যাংকিং কী? ১

(খ) তিনটি ভেক্টরের লব্ধি কখন শূন্য হয়? ২

(গ) $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরদ্বয়ের লম্বদিকে একক ভেক্টর নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে $\vec{C}$ ভেক্টরটি অঘূর্ণনশীল কি না যাচাই কর। ৪

04. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 12 m এবং ব্যাসার্ধ 1.2 m। একটি পাম্প 20 মিনিটে কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে পারে। পাম্পটির ক্ষমতা 52% নষ্ট হলেও পাম্পচালক কুয়াটির সম্পূর্ণ পানি একই পাম্প দ্বারা দ্বিগুণ সময়ে খালি করা সম্ভব বলে মন্তব্য করেন।

(ক) অসংরক্ষণশীল বল কী? ১

(খ) একটি স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক 2.5 Nm^{-1} বলতে কী বুঝায়? ২

(গ) কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে পাম্প চালকের মন্তব্যের যথার্থতা বিশ্লেষণ কর। ৪

05. পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 500 km উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ স্থাপন করা হলো। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km এবং পৃথিবীর পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.81 ms^{-2}।

(ক) দশা কী? ১

(খ) পৃথিবীর ঘনত্বের পরিবর্তনে অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তন হবে কী? ২

(গ) উদ্দীপকের উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের উপগ্রহটি ভূস্থির উপগ্রহে রূপান্তর সম্ভব কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ তোমার মতামত দাও। ৪

06. সুমন 2 বর্গমিলিমিটার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল এবং 9 m দীর্ঘ একটি তার নিয়ে নিচের প্রান্তে 12 kg ভর ঝুলিয়ে দিল। এতে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটল আদি দৈর্ঘ্যের 0.001%। ইস্পাতের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $20 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$।

(ক) অসহ পীড়ন কী? ১

(খ) দোলককে পৃথিবীর কেন্দ্রে নিলে দোলনকালের কী পরিবর্তন ঘটবে? ২

(গ) উদ্দীপকে তারের উপর প্রযুক্ত পীড়ন নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে সুমনের ব্যবহৃত তারটি ইস্পাত ছিল কিনা যাচাই কর। ৪

07. দুইটি সেকেন্ড দোলকের ববের ভর যথাক্রমে 80 gm ও 110 gm। রায়হান ও পাভেল পৃথকভাবে দোলক দুটিকে 12 cm বিস্তারে দুলতে দিল। রায়হান মন্তব্য করল তার দোলকটি বেশি শক্তি অর্জন করবে।

(ক) সেকেন্ড দোলক কী? ১

(খ) সীসার আয়তন গুণাঙ্ক $1.6 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$ বলতে কী বুঝ? ২

(গ) সাম্যাবস্থান হতে 10 cm দূরে পাভেলের দোলকটির বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে রায়হানের মন্তব্যের সঠিকতা যাচাই কর। ৪

08. রংপুর আবহাওয়া অফিস একদিন সিক্ত ও শুষ্ক বাল্ব আর্দ্রতা মাপক যন্ত্রের শুষ্ক বাল্বের পাঠ 28°C ও সিক্ত বাল্বের পাঠ 26°C পেল। 28°C তাপমাত্রায় গ্লেসিয়ারের উৎপাদক 1.65। 24°C, 25°C ও 28°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে 22.38, 24.21 এবং 27.78 mm Hg P। ঐদিন বরিশালের আপেক্ষিক আর্দ্রতা ছিল 65%।

(ক) শক্তির সমবিভাজন নীতি কী? ১

(খ) একই তাপমাত্রায় ঢাকা অপেক্ষা কক্সবাজারে অস্বস্তিকর অনুভূত হয় কেন? ২

(গ) রংপুরে ঐ দিনের শিশিরাঙ্ক কত? ৩

(ঘ) রংপুর ও বরিশালের মধ্যে কোথায় ভিজা কাপড় তাড়াতাড়ি শুকাবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ১৫ সময়: ২০ মিনিট

01. স্ফেরোমিটারের লঘিষ্ঠ ধ্রুবকের মান 0.01 mm হলে, নিচের কোন বেধটি নির্ভুলভাবে মাপা যাবে?
(a) 0.005 mm (b) 0.001 mm
(c) 0.02 mm (d) 0.002 mm

02. ব্যাসার্ধ ভেক্টর ও বলের ভেক্টর গুণফল হচ্ছে –
(a) কাজ (b) জড়তার ভ্রামক
(c) টর্ক (d) কৌণিক ভরবেগ

03. ভেক্টরকে স্কেলার রাশি দ্বারা গুণ করলে গুণফল একটি ভেক্টর হবে – নিচের কোনটি?
(a) ক্ষমতা (b) বলের ঘাত (c) চাপ (d) ঘাত বল

04. কোনো বস্তুর উপর লব্ধি বল শূন্য হলে –
(i) সমবেগে চলে (ii) সমত্বরণে চলে
(iii) গতিশক্তির পরিবর্তন হয় না
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

05. $(\hat{i} \times \hat{j}) \times (\hat{i} \times \hat{k}) = ?$
(a) $\hat{i}$ (b) $\hat{j}$ (c) $\hat{k}$ (d) $-\hat{i}$

06. পয়সনের অনুপাতের ক্ষেত্রে কোনটি খাটে না?
(a) −0.6 (b) −0.1 (c) 0.1 (d) 0.6

07. ভূ-পৃষ্ঠের কাছাকাছি বৃত্তাকার পথে পরিভ্রমণরত কোনো উপগ্রহকে অতিরিক্ত কত বেগ দিলে সেটি পৃথিবীর আকর্ষণ ছাড়িয়ে চলে যাবে?
(a) $10.8\ kms^{-1}$ (b) $9.2\ kms^{-1}$
(c) $7.8\ kms^{-1}$ (d) $3.25\ kms^{-1}$

08. নিচের কোনটির মাধ্যমে স্কেলার ক্ষেত্র থেকে ভেক্টর ক্ষেত্র পাওয়া যায়?
(a) গ্রেডিয়েন্ট (b) ডাইভারজেন্স
(c) কার্ল (d) ত্রিগুণন

09. একটি তারের স্প্রিং ধ্রুবকের মান বৃদ্ধি পায় –
(i) দৈর্ঘ্য হ্রাস পেলে (ii) প্রস্থচ্ছেদ বৃদ্ধি পেলে
(iii) প্রযুক্ত বল বৃদ্ধি পেলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

10. একটি সরলদোল গতিসম্পন্ন কণার সরণ 5 cm এবং এর ত্বরণ $80\ cms^{-2}$ হলে এর পর্যায়কাল—
(a) $\frac{\pi}{4}$ (b) $\frac{\pi}{2}$ (c) π (d) 2π

11. $PV = \frac{1}{3} mN \overline{c^2}$ সমীকরণে $\overline{c^2}$ –
(a) গড় বেগ (b) গড় বর্গবেগ
(c) মূল গড় বর্গবেগ (d) আলোর বেগের বর্গ

12. কোন কণার বিনিময়ে নিউক্লিয় সবল কাজ করে?
(a) ফোটন (b) গ্র্যাভিটন (c) বোসন (d) মেসন

13. গ্যাসের গতিতত্ত্বের সাহায্যে গ্যাসের সূত্রাবলি সর্বপ্রথম ব্যাখ্যা করেন কে?
(a) ক্লসিয়াস (b) ম্যাক্সওয়েল
(c) বার্নৌলি (d) বোল্টজম্যান

14. মুক্তিবেগ নিচের কোনটির উপর নির্ভর করে?
(a) গ্রহের ব্যাসার্ধ (b) বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব
(c) অতিবাহিত সময় (d) বস্তুর ভর

15. ভর ধ্রুব রেখে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ দ্বিগুণ করা হলে কোনো বস্তুর ওজন হবে –
(a) এক-চতুর্থাংশ (b) অর্ধেক
(c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ

16. একটি বস্তুর গতিশক্তি দ্বিগুণ হলে এর বেগ হবে আদিবেগের–
(a) 100% (b) 141% (c) 200% (d) 400%

17. কোন ভৌত রাশিটি যেকোনো সংঘর্ষে সংরক্ষিত হয়?
(a) গতিশক্তি (b) স্থিতিশক্তি
(c) মোটশক্তি (d) কৌণিক ভরবেগ

18. আবর্ত ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে ক্ষমতা –
(a) টর্ক × সময় (b) টর্ক × কৌণিক সরণ
(c) টর্ক × কৌণিক বেগ (d) টর্ক × কৌণিক ত্বরণ

19. টর্কের একক –
(i) Nm (ii) dyne-cm
(iii) ft-poundal
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

20. দুটি স্প্রিং এর বল ধ্রুবক $200\ Nm^{-1}$ ও $300\ Nm^{-1}$ হলে শ্রেণি সমবায়ে তাদের বল ধ্রুবক কত হবে?
(a) $100\ Nm^{-1}$ (b) $120\ Nm^{-1}$
(c) $250\ Nm^{-1}$ (d) $500\ Nm^{-1}$

21. $\hat{j}$ এবং $(\hat{i} + \hat{j})$ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ কত?
(a) 0° (b) 45° (c) 60° (d) 90°

22. N_2 গ্যাসের স্বাধীনতার মাত্রা কত?
(a) 3 (b) 5 (c) 6 (d) 9

23. 37°C তাপমাত্রা ও 1.5 atm চাপে 20 gm O_2 গ্যাসের আয়তন কত?
(a) $0.8 \times 10^{-3}\ m^3$ (b) $1.05 \times 10^{-2}\ m^3$
(c) $1.26 \times 10^{-2}\ m^3$ (d) $1.07 \times 10^{-2}\ m^3$

উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
2 gm, 6 gm ও 4 gm ভরের তিনটি বস্তুকণা যথাক্রমে A, B ও C কোনো ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে 5 সেকেন্ডে 20 বার করে ঘুরে। বস্তুকণাগুলোর কৌণিক ভরবেগ যথাক্রমে L_A, L_B ও L_C। অক্ষ থেকে কণাগুলোর দূরত্ব যথাক্রমে 5 cm, 4 cm ও 3 cm।

24. উদ্দীপকের A বস্তুকণার রৈখিক বেগ কত?
(a) $1.256\ ms^{-1}$ (b) $6.283\ ms^{-1}$
(c) $9.283\ ms^{-1}$ (d) $125.60\ ms^{-1}$

25. কৌণিক ভরবেগের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক?
(a) $L_A > L_B > L_C$ (b) $L_A > L_C > L_B$
(c) $L_B > L_A > L_C$ (d) $L_B > L_C > L_A$

উত্তরপত্র

01	c	02	c	03	b	04	b	05	a	06	d	07	d	08	a	09	a	10	b
11	b	12	d	13	c	14	a	15	a	16	b	17	c	18	c	19	d	20	b
21	b	22	b	23	b	24	a	25	c										

বোর্ড প্রশ্ন ২০২২ [শর্ট সিলেবাস]

চট্টগ্রাম বোর্ড

পূর্ণমান: ৩০+১৫=৪৫ সময়: ২ ঘণ্টা

সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৩০ সময়: ১ : ৪০ মিনিট

01. 500 m প্রস্থের একটি নদীতে 6 kmh^{-1} বেগে স্রোত প্রবাহিত হচ্ছে। এই নদীটি মাহীর ও নিধি প্রতিযোগিতার উদ্দেশ্যে সাঁতার কেটে পার হওয়ার সিদ্ধান্ত নিলো। মাহীর 10kmh^{-1} বেগে স্রোতের সাথে α কোণে এবং নিধি 9 kmh^{-1} বেগে স্রোতের সাথে লম্বভাবে সাঁতার কাটতে শুরু করল।

(ক) সরণ ভেক্টর কী? ১
(খ) নৌকার গুণ টানার সময় দড়ি যত লম্বা হয় নৌকা তত দ্রুত চলে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) α কোণের মান কত হলে মাহীর সোজাসুজি নদীর অপর পাড়ে পৌঁছাবে? ৩
(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে কে জিতবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও। ৪

02. একদিন একটি অঞ্চলের তাপমাত্রা ও বাতাসের বেগ পাওয়া গেলো যথাক্রমে,
$Q = 2xy^2z^3 - 4xy$ ও $\vec{V} = (y^2 \cos x + z^3)\hat{i} + (2y \sin x - 4)\hat{j} + (3xz^2 + 2)\hat{k}$.

(ক) ডট গুণন কী? ১
(খ) ঘূর্ণনরত পৃথিবী সূর্য হতে দূরে সরে গেলে এর বেগ কমে যায় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) $(1, -1, 2)$ বিন্দুতে ঐ অঞ্চলের তাপমাত্রার গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) ঐদিন ঐ অঞ্চলের বাতাসে কোনো ঘূর্ণন ছিলো কিনা? তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মত দাও। ৪

03. 72 kmh^{-1} বেগে চলমান 1800 kg ভরের একটি বড় গাড়ি সামনে দাঁড়িয়ে থাকা 1000 kg ভরের একটি ছোট গাড়িকে পিছন দিক থেকে সজোরে ধাক্কা দিলো। ধাক্কার পর গাড়ি দু'টি একত্রিত হয়ে 60 m গিয়ে থেমে গেলো। রাস্তার পাশে দাঁড়িয়ে থাকা বিজ্ঞানের ছাত্র মাহী, দুর্ঘটনাটি পর্যবেক্ষণ করে বলল এটি একটি অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ।

(ক) টর্ক কী? ১
(খ) রাস্তার বাঁকে সাইকেল আরোহীকে ভেতরের দিকে হেলে বাঁক নিতে হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্দীপকের গাড়ি দু'টি থামাতে যে বাধাদানকারী বল ক্রিয়াশীল ছিল তার মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) মাহীর মন্তব্যের সত্যতা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর। ৪

04. 1800 kg ভরের একটি গাড়ি 60 kg ভরের একজন ড্রাইভারসহ পাশের চিত্রের আনত তল বরাবর ইঞ্জিনের সর্বোচ্চ ক্ষমতা ব্যবহার করে A বিন্দু হতে B বিন্দুতে পৌঁছাতে গাড়িটি 30 sec সময় নেয়। $[g = 9.8 ms^{-2}]$

(ক) কর্মদক্ষতা কী? ১
(খ) "বল ও সরণ শূন্য না হলেও কাজ শূন্য হতে পারে"– ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) গাড়িটির ইঞ্জিনের অশ্বক্ষমতা নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের গাড়িটি অনুভূমিক রাস্তায় 10 s-এর মধ্যে স্থিরাবস্থা থেকে 60 kmh^{-1} বেগ অর্জন করতে পারবে কিনা তার গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

05. ঢাকার ভূ-পৃষ্ঠ হতে খাড়া 26000 km উপরে একটি কৃত্রিম উপগ্রহ স্থাপন করা হলো। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km এবং ভর 6×10^{24} kg।

(ক) মুক্তিবেগের সংজ্ঞা দাও। ১

(খ) একই কক্ষপথে স্থাপিত দু'টি ভিন্ন ভরের স্যাটেলাইটের বেগ কি একই হবে, না ভিন্ন হবে? ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) কৃত্রিম উপগ্রহটির কক্ষীয় বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উপগ্রহটিকে সব সময় ঢাকার উপর দেখা যাবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মত দাও। ৪

06. একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 2 m, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 1 mm^2 এবং অসহপীড়ন 4.76×10^7 Nm^2। তারটির এক প্রান্তে 2 kg ভর ঝুলালে তারের দৈর্ঘ্য 2×10^{-4} m বৃদ্ধি পায়। এই ভরসহ তারটিকে এর আদি দৈর্ঘ্যের সমান ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তাকার পথে 4 $rads^{-1}$ বেগে ঘুরাতে গেলে তারটি ছিঁড়ে যায়।

(ক) পয়সনের অনুপাত কী? ১

(খ) সীসার ইয়ং এর গুণাঙ্ক 1.6×10^{10} Nm^{-2} বলতে কী বুঝ? ২

(গ) তারটির ইয়ং-এর গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) তারটি কেন ছিঁড়ে গেলো তা উদ্দীপক অনুসারে গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

07. একটি সেকেন্ড দোলক ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। দোলকটিকে একবার ভূ-পৃষ্ঠ হতে 100 km গভীরে একটি বিন্দু A-তে নেওয়া হলো, আবার ভূ-পৃষ্ঠ হতে 100 km উপরে একটি বিন্দু B-তে নেওয়া হলো। দোলনকাল পর্যবেক্ষণ করে দেখা গেল উভয় স্থানেই দোলক ঘড়িটি ধীরে চলে। [পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6.4 \times 10^6$ m; ; ভূ-পৃষ্ঠে $g = 9.8$ ms^{-2}]

(ক) কৌণিক কম্পাঙ্ক কাকে বলে? ১

(খ) একটি ফাঁপা গোলক পিণ্ডকে তরল দ্বারা অর্ধপূর্ণ করলে এর পর্যায়কালের উপর কী প্রভাব পড়বে? ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) উদ্দীপকের দোলকটির সুতার দৈর্ঘ্য 99 cm হলে এর ববের ব্যাসার্ধ কত? ৩

(ঘ) A ও B বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে কোন বিন্দুতে দোলক ঘড়িটি অধিকতর ধীরে চলবে? তা দোলনকাল নির্ণয়পূর্বক মতামত দাও। ৪

08. কোনো একদিন কাপ্তাই হ্রদের পানির উপরিতলে বায়ুর তাপমাত্রা 28°C, বায়ুমণ্ডলীয় চাপ 10^5 Pa এবং শিশিরাংক 10.5°C। হ্রদের তলদেশের পানির তাপমাত্রা 7°C এবং পানির গড় ঘনত্ব 1000 kgm^{-3}। ঐদিন হ্রদটির তলদেশ হতে একটি বায়ু বুদবুদ পানির উপরিতলে উঠে আসায় এর ব্যাসার্ধ তিনগুণ হলো। [10°C, 11°C, ও 28°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ যথাক্রমে 9.2, 9.9 ও 28.5 mm পারদ চাপ]

(ক) গ্যাসের ক্ষেত্রে বয়েলের সূত্র বিবৃত কর। ১

(খ) গ্যাসের তাপমাত্রার সাথে ঘনত্বের পরিবর্তন ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) ঐদিন হ্রদের উপরিতলের বায়ুর আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) তাপমাত্রার পরিবর্তন বিবেচনায় নিয়ে হ্রদটির গভীরতা নির্ণয় করা সম্ভব?– গাণিতিক বিশ্লেষণ কর। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ১৫ সময়: ২০ মিনিট

01. আয়তন গুণাঙ্কের মাত্রা কোনটি?

(a) $ML^{-2}T^{-1}$ (b) $ML^{-1}T^{-1}$
(c) $M^{-1}L^{-1}T^{-1}$ (d) $ML^{-1}T^{-2}$

02. একটি তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক (Y) ও বিকৃতির লেখচিত্র নিচের কোনটি?

(a) [Y বনাম বিকৃতি: ক্রমহ্রাসমান বক্ররেখা] (b) [Y বনাম বিকৃতি: মূলবিন্দুগামী সরলরেখা]
(c) [Y বনাম বিকৃতি: অনুভূমিক সরলরেখা] (d) [Y বনাম বিকৃতি: উল্লম্ব সরলরেখা]

03. একটি সরলদোলকের সাম্যাবস্থানে

(a) বেগ ও ত্বরণ উভয় সর্বোচ্চ
(b) বেগ সর্বনিম্ন, ত্বরণ সর্বোচ্চ
(c) বেগ ও ত্বরণ উভয় সর্বনিম্ন
(d) বেগ সর্বোচ্চ, ত্বরণ সর্বনিম্ন

04. সরলদোল গতিসম্পন্ন কোনো কণার গতির সমীকরণ, $x = 0.1 \sin\left(6\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ m, হলে এর –

(i) পর্যায়কাল 3s (ii) সর্বোচ্চ বেগ 1.88 ms^{-1}
(iii) আদি দশা 60°

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

05. 35 m উচ্চতা হতে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে ভূমি হতে কত উচ্চতায় এর গতিশক্তি বিভব শক্তির দ্বিগুণ হবে?

(a) 11.67 m (b) 15 m (c) 20 m (d) 23.33 m

06. একটি পাতলা বৃত্তাকার চাকতির যেকোনো ব্যাসের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক হবে-
(a) $\frac{1}{4}$ Mr^2 (b) $\frac{1}{2}$ Mr^2 (c) $\frac{3}{2}$ Mr^2 (d) $\frac{2}{3}$ Mr^2

07. T তাপমাত্রায় আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে একটি অণুর গড় গতিশক্তি –
(a) $\frac{3}{2}$ RT (b) $\frac{3}{2}$ KT (c) $\frac{1}{3}$ RT (d) $\frac{1}{3}$ KT

08. কোনো গ্যাসের অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ পরম তাপমাত্রার-
(a) সমানুপাতিক (b) ব্যস্তানুপাতিক
(c) বর্গমূলের সমানুপাতিক (d) বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক

09. বায়ুর প্রতি একক আয়তনে উপস্থিত জলীয়বাষ্পের ভরকে ঐ স্থানের কী বলে?
(a) বাষ্পচাপ (b) আপেক্ষিক আর্দ্রতা
(c) শিশিরাঙ্ক (d) পরম আর্দ্রতা

10. রাস্তার বাঁকে গাড়ির নিরাপদ সর্বোচ্চ বেগ নির্ভর করে –
(i) বাঁকের ব্যাসার্ধের উপর (ii) গাড়ির ভরের উপর
(iii) ব্যাংকিং কোণের উপর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

11. দৃঢ়ভাবে আটকানো k বল ধ্রুবকের এবং l দৈর্ঘ্যের একটি স্প্রিং এর এক প্রান্তে m ভর ঝুলিয়ে একটু টেনে ছেড়ে দিলে এর দোলনকাল হবে-
(i) $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ (ii) $T = 2\pi\sqrt{\frac{e}{g}}$
(iii) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপক অনুসারে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি চাকার জড়তার ভ্রামক 2 kgm^2। চাকাটি মিনিটে 30 বার ঘুরছে।

12. চাকাটির কৌণিক বেগ কত?
(a) 2 rpm (b) 15 rpm (c) 30 rpm (d) 60 rpm

13. চাকাটির কৌণিক ভরবেগ কত?
(a) $\frac{\pi}{2}$ (b) π (c) 2π (d) 4π

14. নিচের কোনটি স্কেলার রাশি?
(a) সরণ (b) গ্রেডিয়েন্ট (c) কার্ল (d) ডাইভারজেন্স

15. $\hat{j}$ ও $\hat{k}$ আয়ত একক ভেক্টরদ্বয় যে তলে অবস্থিত সেই তলের উপল লম্ব একক ভেক্টর হলো-
(a) $(\hat{j}\times\hat{k})$ (b) $(\hat{i}\times\hat{j})$ (c) $(\hat{k}\times\hat{i})$ (d) $(\hat{i}\times\hat{i})$

16. 3 N ও 4 N মানের দুটি বল একটি বিন্দুতে পরস্পর লম্বভাবে ক্রিয়া করলে এদের ভেক্টর গুণফলের মান হবে –
(a) 0 N (b) 5 N (c) 7 N (d) 12 N

17. কত অক্ষাংশে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সবচেয়ে কম?
(a) 0° (b) 30° (c) 45° (d) 90°

18. $\vec{A} = \hat{i} + \hat{j} + \hat{k}$ ভেক্টরটি একটি –
(i) একক ভেক্টর (ii) সঠিক ভেক্টর
(iii) অবস্থান ভেক্টর
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

19. কৌণিক ভরবেগের একক কোনটি?
(a) kgm^2s^{-2} (b) $kgms^{-2}$
(c) $kgms^{-1}$ (d) kgm^2s^{-1}

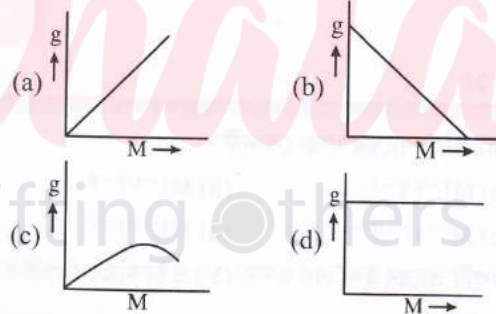
20. কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ –
(a) অসীম (b) ধনাত্মক (c) শূন্য (d) ঋণাত্মক

21. একজন লোক 40 kg ভরের একটি বোঝা মাথায় নিয়ে 2 মিনিট দাঁড়িয়ে থাকলে তার কাজের পরিমাণ কত?
(a) 0 J (b) 80 J (c) 392 J (d) 4800 J

22. পৃথিবীতে মুক্তিবেগ নির্ভর করে –
(a) বস্তুর ভরের উপর
(b) পৃথিবীর ব্যাসার্ধের উপর
(c) বস্তুর ব্যাসার্ধের উপর
(d) পৃথিবী ও বস্তুর দূরত্বের উপর

23. একটি গ্রহের ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধের অর্ধেক হলে ঐ গ্রহের পৃষ্ঠে g এর মান পৃথিবী পৃষ্ঠের g এর মানের-
(a) সমান (b) অর্ধেক (c) দ্বিগুণ (d) চারগুণ

24. কোনো একটি কাল্পনিক গ্রহের ব্যাসার্ধ ঠিক রেখে যদি এর ভর বৃদ্ধি পেতে থাকে তবে ঐ গ্রহের পৃষ্ঠের অভিকর্ষজ ত্বরণ ও ভরের মধ্যে সম্পর্ক নিচের কোন লেখচিত্র সমর্থন করে?



25. স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কৃন্তন পীড়ন ও কৃন্তন বিকৃতির অনুপাতকে কী বলে?
(a) ইয়ং-এর গুণাঙ্ক (b) দৃঢ়তার গুণাঙ্ক
(c) সংনম্যতা (d) আয়তন গুণাঙ্ক

উত্তরপত্র

01	d	02	a	03	d	04	c	05	a	06	a	07	b	08	c	09	d	10	b
11	c	12	c	13	c	14	d	15	a	16	d	17	b	18	d	19	c	20	a
21	b	22	c	23	a	24	a	25	b										

বোর্ড প্রশ্ন ২০২২ [শর্ট সিলেবাস]

সিলেট বোর্ড

পূর্ণমান: ৩০+১৫=৪৫ সময়: ২ ঘণ্টা

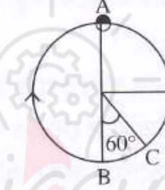
সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৩০ সময়: ১ : ৪০ মিনিট

01. কোনো একদিন $10\ ms^{-1}$ বেগে খাড়াভাবে বৃষ্টি পড়ছিল। এ সময় একজন ব্যক্তি $20\ ms^{-1}$ বেগে গাড়ি চালিয়ে যাচ্ছিলেন।
(ক) টর্ক কাকে বলে? ১
(খ) অভিকর্ষ বল একটি সংরক্ষণশীল বল– ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) গাড়ি চালক বৃষ্টির বেগ কত পরিলক্ষিত করবেন? ৩
(ঘ) যদি গাড়ির গতির বিপরীত দিকে $25\ ms^{-1}$ বেগে বায়ুপ্রবাহ চলে তবে ঐ ব্যক্তি দুই ক্ষেত্রে বৃষ্টি বেঁকে পড়ার পরিমাপ একই পরিলক্ষিত করবেন কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত উপস্থাপন কর। ৪

02. $p(x,y,z) = 2xy^4 - x^2z$ একটি স্কেলার রাশি এবং $\vec{A} = (2x+y)\hat{i} + (3y+z^2)\hat{j} + (-5z+x)\hat{k}$ একটি ভেক্টর রাশি এবং $\vec{B} = (6xy+z^3)\hat{i} + (3x^2-z^2)\hat{j} + (3xz^2-y)\hat{k}$ অপর একটি ভেক্টর রাশি।
(ক) ভারকেন্দ্র কী? ১
(খ) মহাকর্ষীয় বিভব 12 J/kg বলতে কী বুঝ? ২
(গ) $(2,-1,-2)$ বিন্দুতে p এর গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যে কোনটি সলিনয়ডাল এবং কোনটি অঘূর্ণনশীল তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর। ৪

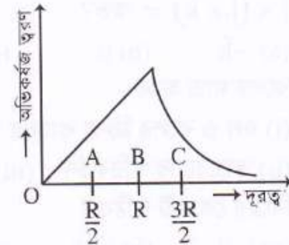
পাশের চিত্রটি লক্ষ কর:



03. 100 gm ভরের একটি পাথরখণ্ডকে $4\ ms^{-1}$ বেগে উল্লম্বতলে উপরে বর্ণিত চিত্র মতে 1 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে ঘুরানো হচ্ছে।
(ক) কার্লের সংজ্ঞা দাও। ১
(খ) ইস্পাত রাবার অপেক্ষা বেশি স্থিতিস্থাপক ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) ঘূর্ণনরত বস্তুটির পর্যায়কাল নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত A, B ও C বিন্দুগুলোর মধ্যে কোনটিতে সুতার টান সবচেয়ে বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নির্ধারণ কর। ৪

04. প্রতিটি $0.125\ m^3$ আয়তনের এবং 250 kg ভরের 4 টি ব্লককে পরপর সাজিয়ে স্তম্ভ তৈরি করা হল।
(ক) ভূ-স্থির কৃত্রিম উপগ্রহ কাকে বলে? ১
(খ) লন রোলার ঠেলা অপেক্ষা টানা সহজ কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্দীপকে বর্ণিত স্তম্ভের উপর হতে কোনো একটি বস্তুকে ফেলে দিলে ভূমি হতে কত উচ্চতায় এর গতিশক্তি বিভব শক্তির দ্বিগুণ হবে? ৩
(ঘ) স্তম্ভটিকে অনুভূমিকের সাথে 30° কোণে আনত রাখতে কাজ ও উদ্দীপকে বর্ণিত স্তম্ভ তৈরিতে কাজের তুলনামূলক গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

দূরত্বের সাপেক্ষে পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তনের লেখচিত্র নিম্নে প্রদত্ত হল:



05. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m, পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24}$ kg এবং মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$
(ক) অশ্বক্ষমতা কী? ১
(খ) বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণায়মান বস্তুর কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হয়– ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) যখন কোনো বস্তু A বিন্দুতে অবস্থান করে তখন অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত A ও C বিন্দুর মধ্যে এবং কোথায় কোনো একটি বস্তু বেশি ওজন অনুভব করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

06. একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য 2 m এবং ব্যাস 1 mm। তারটির উপর 10 N বল প্রয়োগ করার ফলে এর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। ইস্পাত তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $Y = 2 \times 10^{11}$ Nm^{-2}।

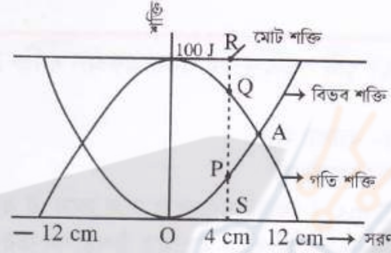
(ক) অবস্থান ভেক্টর কাকে বলে? ১

(খ) সরল দোল গতি সম্পন্ন কণা যখন সর্বোচ্চ বেগপ্রাপ্ত হয়, তখন ত্বরণ হয় সর্বনিম্ন—ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) উদ্দীপক অনুসারে তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) তারটির প্রসারণে মোট কৃতকাজ, একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি অপেক্ষা কিরূপ হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

07. নিচের উদ্দীপকে একটি সরল দোলগতি সম্পন্ন কণার শক্তি বনাম সরণের লেখচিত্র দেওয়া হল:



(ক) শিশিরাঙ্ক কাকে বলে? ১

(খ) গ্যাসের গতিতত্ত্ব বয়েলের সূত্রকে সমর্থন করে কি? ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) A বিন্দুতে কণাটির সরণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে বর্ণিত তথ্যমতে, P, Q এবং R বিন্দুতে শক্তির নিত্যতা সূত্রটি প্রযোজ্য কিনা–তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

08. 1×10^{-2} m^3 আয়তনের সিলিন্ডারে 300 K তাপমাত্রায় ও 2.5×10^5 Nm^{-2} চাপে অক্সিজেন গ্যাস ভর্তি করা আছে। তাপমাত্রা অপরিবর্তিত রেখে কিছু পরিমাণ অক্সিজেন ব্যবহার করার পর চাপ 1.3×10^5 Nm^{-2} পাওয়া গেল। অক্সিজেনের আণবিক ভর 32 32 $gmol^{-1}$।

(ক) সরল ছন্দিত গতি কাকে বলে? ১

(খ) শীতকালে দোলক ঘড়ির দোলনকাল কিরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) উদ্দীপকে বর্ণিত অক্সিজেন গ্যাস ব্যবহারের পূর্বে এর অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ কত ছিল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের বর্ণনামতে যে পরিমাণ অক্সিজেন গ্যাস ব্যবহৃত হয়েছে তা নির্ণয় সম্ভব কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ১৫ সময়: ২০ মিনিট

01. গড় বর্গবেগের বর্গমূল ও পরম তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক হলো-
(a) $C_{rms} \propto T$ (b) $C_{rms} \propto \sqrt{T}$
(c) $C_{rms} \propto \frac{1}{T}$ (d) $C_{rms} \propto \frac{1}{\sqrt{T}}$

02. $\hat{j} \times (\hat{j} \times \hat{k}) =$ কত?
(a) $-\hat{k}$ (b) 0 (c) $\hat{k}$ (d) $\hat{i}$

03. বলের ঘাত হচ্ছে –
(i) বল ও বলের ক্রিয়া কালের গুণফল
(ii) ভরবেগের পরিবর্তন (iii) ভরবেগের পরিবর্তনের হার
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

04. 60 m উচ্চতা হতে একটি বস্তুকে বিনা বাধায় পড়তে দিলে ভূমি হতে কত উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির অর্ধেক হবে?
(a) 10 m (b) 20 m (c) 30 m (d) 40 m

05. স্প্রিংকে প্রসারিত করলে এর মধ্যে কোন ধরনের শক্তি সঞ্চিত হয়?
(a) বিভব শক্তি (b) গতিশক্তি
(c) রাসায়নিক শক্তি (d) তাপশক্তি

06. গ্রহের পর্যায়কাল T এবং সূর্য হতে গ্রহের গড় দূরত্ব r হলে, কেপলারের তৃতীয় সূত্রানুসারে –
(a) $T \propto r$ (b) $T \propto r^2$ (c) $T^2 \propto r$ (d) $T^2 \propto r^3$

07. সেকেন্ড দোলকের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক?
(a) $g = 4\pi^2(l + r)$ (b) $g = \frac{(l+r)}{4\pi}$
(c) $g = \frac{4\pi^2}{(1+r)}$ (d) $g = \pi^2(l + r)$

08. নিচের কোনটি শূন্য দশার সমতুল্য?
(a) $\frac{\pi}{2}$ (b) π (c) $\frac{3\pi}{2}$ (d) 2π

09. 'PV' রাশিটি গ্যাসের ক্ষেত্রে নির্দেশ করে –
(a) ক্ষমতা (b) ভরবেগ (c) কাজ (d) জড়তা

10. $\vec{A} = \hat{i}$, $\vec{B} = 2\hat{i}+\vec{k}$, $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ –
(a) 25.12° (b) 26.57° (c) 90.67° (d) 180.25°

11. টর্কের অপর নাম কী?
(a) ঘর্ষণ বল (b) জড়তার ভ্রামক
(c) ঘূর্ণন বল (d) কেন্দ্রমুখী বল

12. N.T. P তে হাইড্রোজেন এর ঘনত্ব $0.09\ kgm^{-3}$ অণুগুলোর মূলগড় বর্গবেগ নির্ণয় কর।
(a) $1.84\ kms^{-1}$ (b) $2.84\ kms^{-1}$
(c) $3.38\ kms^{-1}$ (d) $4.00\ kms^{-1}$

13. কোনটি স্কেলার রাশি?
(a) গ্রেডিয়েন্ট (b) ডাইভারজেন্স
(c) কার্ল (d) সরণ

14. টর্কের মাত্রা কোনটি?
(a) ML^2T^2 (b) ML^2T^{-2} (c) M^2LT^2 (d) $ML^{-3}T^2$

15. 4 N বল একটি বস্তুর উপর 1 sec ব্যাপী ক্রিয়া করলে ভরবেগের পরিবর্তন কত?
(a) $2\ kgms^{-1}$ (b) $4\ kgms^{-1}$
(c) $8\ kgms^{-1}$ (d) $16\ kgms^{-1}$

16. বস্তুর ভর ধ্রুবক হলে, রৈখিক ভরবেগ (P) বনাম গতিশক্তি (E_K) লেখচিত্রটি হবে –
(a) E_K ↑ → P (b) E_K ↑ → P
(c) E_K ↑ → P (d) E_K ↑ → P

17. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 'R' এবং পৃথিবীতে অভিকর্ষজ ত্বরণ 'g'. পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে 'h' উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ কত?
(a) $\frac{g(R-h)}{R}$ (b) $\frac{gR^2}{(R+h)^2}$ (c) $\frac{gR}{(R+h)}$ (d) $\frac{g(R-h)^2}{R^2}$

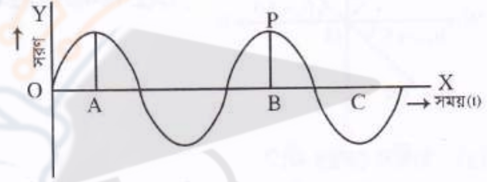
18. সরলদোলকের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ কৌণিক বিস্তার হবে –
(a) 1° (b) 4° (c) 30° (d) 40°

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
20 m দৈর্ঘ্য ও $1\ mm^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের প্রান্তে 20 N বল প্রয়োগ করা হলো। $[Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}]$

19. তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি কত?
(a) 2×10^{-4} m (b) 1.99 m
(c) 5×10^3 m (d) 1×10^4 m

20. প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $2\ mm^2$ ও বল দ্বিগুণ হলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পূর্বের কতগুণ হবে?
(a) 1 গুণ (b) 2 গুণ (c) 3 গুণ (d) 4 গুণ

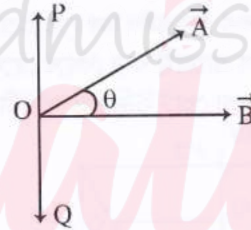
উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



21. 'O' ও 'P' বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে দশা পার্থক্য কত?
(a) $\frac{2\pi}{2}$ (b) $\frac{5\pi}{2}$ (c) $\frac{3\pi}{2}$ (d) $\frac{7\pi}{2}$

22. চিত্রে P বিন্দুর সাপেক্ষে A ও C বিন্দুর পথ পার্থক্যের অনুপাত কোনটি?
(a) 2 : 1 (b) 3 : 4 (c) 3 : 2 (d) 4 : 3

23. চিত্রে $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ যে তলে আছে POQ সেই তলের উপর লম্ব। $\vec{A} \times \vec{B}$ এর দিক-



(a) $\overrightarrow{OP}$ এর দিকে (b) $\overrightarrow{OQ}$ এর দিকে
(c) $\vec{A}$ এর সমান্তরাল (d) $\vec{B}$ এর সমান্তরাল

24. কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ –
(a) অসীম (b) শূন্য (c) ধনাত্মক (d) ঋণাত্মক

25. পৃথিবীতে মুক্তিবেগের মান কত?
(a) $11.2\ ms^{-1}$ (b) $1120\ ms^{-1}$
(c) $11.2\ kms^{-1}$ (d) $112\ kms^{-1}$

উত্তরপত্র

01	b	02	a	03	a	04	b	05	a	06	d	07	d	08	d	09	c	10	b
11	c	12	a	13	b	14	b	15	b	16	a	17	b	18	b	19	-	20	a
21	b	22	a	23	b	24	b	25	c										

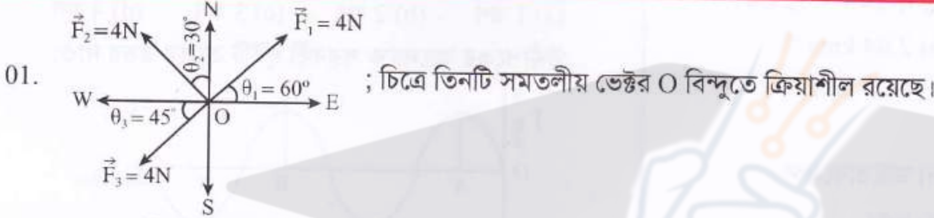
বোর্ড প্রশ্ন ২০২২ [শর্ট সিলেবাস]

বরিশাল বোর্ড

পূর্ণমান: ৩০+১৫=৪৫ সময়: ২ ঘণ্টা

সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৩০ সময়: ১ : ৪০ মিনিট

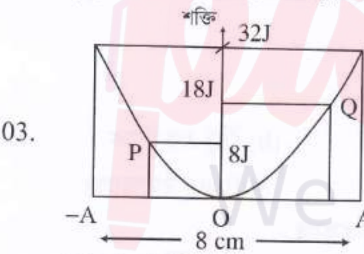
01. 

; চিত্রে তিনটি সমতলীয় ভেক্টর O বিন্দুতে ক্রিয়াশীল রয়েছে।

(a) স্বাধীন ভেক্টর কী? ১
(b) নাল ভেক্টরের দিক ব্যাখ্যা কর। ২
(c) $\vec{F}_1$ ও $\vec{F}_2$ ভেক্টর দুটি একটি সামান্তরিকের দু'টি বাহু নির্দেশ করলে সামান্তরিকটির ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। ৩
(d) $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ ও $\vec{F}_3$ ভেক্টর তিনটির মিলিত ফল কোন দিকে ক্রিয়া করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মন্তব্য কর। ৪

02. গ্রামের একটি সমতল রাস্তার এক জায়গায় 3 m ব্যাসার্ধের একটি বাঁক রয়েছে। একজন সাইকেল আরোহী 20 kmh^{-1} বেগে হেলে সাইকেল চালিয়ে বাঁক অতিক্রম করল। না হেলে একজন সাইকেল আরোহী যেন নিরাপদে বাঁক অতিক্রম করতে পারে সে ব্যাপারে বাঁকে একটি সতর্কীকরণ প্লেটে সর্বোচ্চ গতিসীমা 6 kmh^{-1} উল্লেখ আছে। [রাস্তার বাঁকে ব্যাংকিং করা ছিল না এবং টায়ার ও রাস্তার স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক 0.1 এবং $g = 10\ ms^{-2}$]

(a) চক্রগতির ব্যাসার্ধ কী? ১
(b) যে মৌলিক বল ঘর্ষণ বল সৃষ্টি করে তার সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দাও। ২
(c) সাইকেল আরোহী কত কোণে হেলে সাইকেল চালিয়ে বাঁক অতিক্রম করেছিল? নির্ণয় কর। ৩
(d) সতর্কীকরণ প্লেটে উল্লিখিত গতিসীমার যথার্থতা যাচাই কর। ৪

03. 

একটি আদর্শ স্প্রিং এর শক্তির পরিবর্তন লেখচিত্রে দেখানো হলো:

(a) দশা কী? ১
(b) সরল ছন্দিত স্পন্দন বলতে কী বুঝ? ২
(c) স্প্রিংটির স্প্রিং ধ্রুবক নির্ণয় কর। ৩
(d) P এবং Q বিন্দুতে স্প্রিংটির বেগের মানের তুলনা কর। ৪

04. A এবং B একই উপাদান এবং একই গড় ঘনত্ববিশিষ্ট দুটি গ্রহ (কাল্পনিক)। A এর ভর 5.93×10^{24} kg, ব্যাসার্ধ 6.93×10^{6} m এবং B এর ব্যাসার্ধ 3×10^{6} m।

(a) মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র কী? ১
(b) কখন বস্তুর ভরকেন্দ্র এবং ভারকেন্দ্র একই বিন্দুতে হয়? ব্যাখ্যা কর। ২
(c) A গ্রহের পৃষ্ঠের কোনো বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব নির্ণয় কর। ৩
(d) A ও B উভয় গ্রহের পৃষ্ঠে মহাকর্ষীয় প্রাবল্যের মান কি একই হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর। ৪

05. একটি পিতলের তার A যার অসহ ভার 9.23×10^4 N। এই তারের দৈর্ঘ্য বরাবর বল প্রয়োগ করা হলে এর দৈর্ঘ্য 10% বৃদ্ধি পায় এবং ব্যাস 5% হ্রাস পায়। অপর একটি পিতলের তার B যার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল 10^{-6} m^2 এবং দৈর্ঘ্য 0.3 m। B তারের এক প্রান্তে 10 kg ভরের বস্তু বেঁধে সর্বোচ্চ 4 $rads^{-1}$ কৌণিক দ্রুতিতে ঘুরানো সম্ভব হয়।

(a) সংনম্যতা কী? ১

(b) কোনো তারের অসহ পীড়ন $3.5 \times 10^8 Nm^{-2}$ বলতে কী বুঝ? ২

(c) A তারের পয়সনের অনুপাত কত? নির্ণয় কর। ৩

(d) A ও B তারের মধ্যে কোনটি অধিকতর মোটা? গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে মন্তব্য কর। ৪

06. কোনো একটি পরীক্ষণে মিঠামইনের আবদ্ধ বায়ুর তাপমাত্রা 19°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 47%। শৈত্য প্রবাহে ঐ স্থানের তাপমাত্রা কমে 15°C হলো। 7°C, 8°C ও 19°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ যথাক্রমে 7.5, 8.2 এবং 16.5 mm পারদ চাপের সমান।

(a) বাস্তব গ্যাস কী? ১

(b) ঠাণ্ডা পানির জন্য পিতলের কলসী এবং মাটির কলসীর মধ্যে কোনটি বেশি উপযোগী? ব্যাখ্যা কর। ২

(c) তাপমাত্রা 5°C তে নেমে গেলে ঘনীভূত জলীয়বাষ্পের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

(d) তাপমাত্রা পরিবর্তনের কারণে ঐ স্থানের আবদ্ধ বায়ুর শিশিরাঙ্কের কোনো পরিবর্তন হবে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

07. [চিত্র: 50 m, A, m = 500 kg, 60°, C, B] ; চিত্রে প্রদর্শিত গাড়িটি A বিন্দু হতে 20 ms^{-1} বেগে AC তলে নামছে। গাড়ির চালক ব্রেক করায় গাড়িটি 50 m দূরত্ব অতিক্রম করে থেমে যায়।

(a) অশ্বক্ষমতা কাকে বলে? ১

(b) বল ও সরণ শূন্য না হলেও কাজ শূন্য হতে পারে কী? ব্যাখ্যা কর। ২

(c) কী পরিমাণ গতি প্রতিরোধকারী বল গাড়িটির উপর ক্রিয়া করে নির্ণয় কর। ৩

(d) উদ্দীপকে শক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি পালিত হবে কি? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

08. দেওয়া আছে একটি ভেক্টর ক্ষেত্র- $\vec{A} = (6xy + z^3)\hat{i} + (3x^2 - z)\hat{j} + (3xz^2 - y)\hat{k}$

(a) কার্ল কী? ১

(b) বৈদ্যুতিক পাখার বাতাস কীভাবে নিচে নামে? ব্যাখ্যা কর। ২

(c) $(2, 1, -1)$ বিন্দুতে $\vec{A}$ এর গ্রেডিয়েন্ট নির্ণয় কর। ৩

(d) গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে দেখাও যে, $\vec{A}$ ভেক্টরটি সলিনয়ডাল নাকি সংরক্ষণশীল হবে? ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

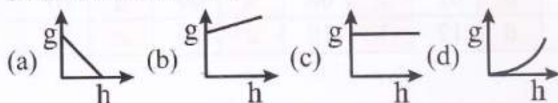
পূর্ণমান: ১৫ সময়: ২০ মিনিট

01. কৌণিক ভরবেগের মাত্রা সমীকরণ কোনটি?
(a) $[M^2L^2T^{-1}]$ (b) $[M^{-2}LT^{-1}]$
(c) $[ML^{-2}T]$ (d) $[ML^2T^{-1}]$

02. $\hat{i}$ এবং $\hat{j}$ যে তলে অবস্থিত সে তলের লম্বদিকে একক ভেক্টর হলো-
(a) $\pm(\hat{i} \times \hat{j})$ (b) $\pm(\hat{j} \times \hat{k})$
(c) $\pm(\hat{k} \times \hat{i})$ (d) $\pm(\hat{i} \times \hat{k})$

03. গতিশীল বস্তুর বেগ দুই-তৃতীয়াংশ হলে গতিশক্তি কতগুণ হবে?
(a) $\frac{1}{9}$ (b) $\frac{2}{9}$ (c) $\frac{4}{9}$ (d) $\frac{16}{9}$

04. অভিকর্ষজ ত্বরণ g বনাম ভূপৃষ্ঠ হতে গভীরতা h এর সঠিক লেখচিত্র নিচের কোনটি?



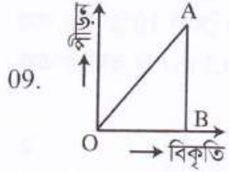
05. ভূপৃষ্ঠ হতে যে গভীরতায় ও উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সমান হবে সেই গভীরতা ও উচ্চতার অনুপাত হবে প্রায়-
(a) 1 : 1 (b) 1 : 2 (c) 2 : 1 (d) 3 : 1

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
সরল দোলগতিসম্পন্ন একটি কণার সরণ, $x = \sqrt{3}\sin 2\pi t$

06. কণাটির স্পন্দনের পর্যায়কাল কত?
(a) 0.5 sec (b) 1.0 sec (c) 2.0 sec (d) 4.0 sec

07. সাম্যাবস্থান থেকে 1 m দূরে কণাটির গতিশক্তি ও বিভবশক্তির অনুপাত-
(a) $1 : \sqrt{3}$ (b) $\sqrt{2} : 1$ (c) 2 : 1 (d) 3 : 1

08. PV= ধ্রুবক, সমীকরণটি নিচের কোন প্রক্রিয়াকে সমর্থন করে?
(a) সমোষ্ণ (b) সমআয়তন (c) সমচাপ (d) রুদ্ধতাপীয়

09. 

বিকৃতি বনাম পীড়ন লেখচিত্রের ΔOAB ক্ষেত্রফল নির্দেশ করে-

(a) ইয়ং এর গুণাঙ্ক (b) সর্বমোট কৃতকাজ
(c) পয়সনের অনুপাত
(d) একক আয়তনে সঞ্চিত বিভবশক্তি

10. একটি তারের উপাদানের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $2\times 10^{11}\ Nm^{-2}$। তারটির দৈর্ঘ্য 15% বৃদ্ধি করতে হলে প্রযুক্ত পীড়ন নির্ণয় কর।

(a) $3\times 10^{11}\ Nm^{-2}$ (b) $6\times 10^{11}\ Nm^{-2}$
(c) $6\times 10^{-11}\ Nm^{-2}$ (d) $3\times 10^{-11}\ Nm^{-2}$

11. 27°C তাপমাত্রায় 32 g অক্সিজেন গ্যাসের গতিশক্তি কত? $(R = 8.314\ mol^{-1}K^{-1})$

(a) 3741.3J (b) 374J (c) 37.4J (d) 734J

12. মহাকর্ষীয় ধ্রুবক G =?

(a) $66.7\times 10^{-12}\ Nmkg^{-2}$
(b) $6.67\times 10^{-11}\ Nm^{-2}kg^{-2}$
(c) $0.667\times 10^{-10}\ Nm^{2}kg^{-2}$
(d) $0.0667\times 10^{-9}\ Nm^{-2}kg^{2}$

13. কোনো একটি বস্তুকণার গতিশক্তি (E_K) ও ভরবেগ (P) এর মধ্যকার লেখচিত্র একটি–

(a) পরাবৃত্ত (b) আয়তাকার অধিবৃত্ত
(c) সরলরেখা (d) উপবৃত্ত

14. $\vec{V} = x^2\hat{i} - 2z\hat{j} + y\hat{k}$ হলে, div $\vec{V}$ =?

(a) $2x^4$ (b) $3\hat{i}$ (c) $2x\hat{i}$ (d) $x\hat{i}$

15. সমজাতীয় অসমমানের এবং বিপরীতমুখী ভেক্টরকে কী বলে?

(a) বিপরীত ভেক্টর (b) বিপ্রতীপ ভেক্টর
(c) বিসদৃশ্য ভেক্টর (d) সদৃশ ভেক্টর

16. টর্ক (τ), জড়তার ভ্রামক (I) এবং কৌণিক ত্বরণের (α) মধ্যে সম্পর্ক কী?

(a) $\tau = \frac{I}{\alpha}$ (b) $\tau = \sqrt{I\alpha}$ (c) $\tau = I^2\alpha$ (d) $\tau = I\alpha$

17. বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুর উপর কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ হলো-

(a) ঋণাত্মক (b) শূন্য (c) ধনাত্মক (d) অসীম

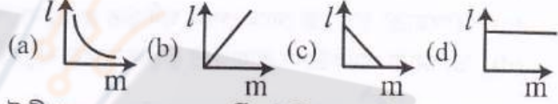
18. নিম্নলিখিত কোন ক্ষেত্রে একটি গ্যাস আদর্শ গ্যাসের ন্যায় আচরণ করে?

(a) নিম্নচাপ ও উচ্চ তাপমাত্রায়
(b) নিম্নচাপ ও নিম্ন তাপমাত্রায়
(c) উচ্চতাপ ও নিম্ন তাপমাত্রায়
(d) উচ্চচাপ ও উচ্চ তাপমাত্রায়

19. গ্যাস অণুর গড় মুক্তপথ গ্যাসের ঘনত্বের –

(a) বর্গের সমানুপাতিক (b) সমানুপাতিক
(c) ব্যস্তানুপাতিক (d) বর্গের ব্যস্তানুপাতিক

20. দোলনরত একটি স্প্রিং এর ভর বনাম দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি লেখচিত্র কোনটি?



উদ্দীপক অনুসারে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাওঃ

15 m উঁচু একটি গাছের ঢাল হতে 200 gm ভরের একটি আম নিচের কাদা মাটিতে পড়ে 10 cm গর্তের সৃষ্টি করে। $[g = 9.8\ ms^{-2}]$

21. ভূমি হতে কত উচ্চতায় আমটির বিভবশক্তি এর গতিশক্তির দ্বিগুণ?

(a) 5 m (b) 8 m (c) 10 m (d) 12 m

22. কাদা মাটির গড় প্রতিরোধ বল কত?

(a) 29.40 N (b) 292.04 N
(c) 294.00 N (d) 295.96 N

23. কোনো বস্তুর আদিমাত্রা x এবং বল প্রযুক্ত হওয়ার পর মাত্রা y হলে, বিকৃতি হবে-

(a) $x(x\sim y)$ (b) $x + (x\sim y)$
(c) $\frac{x}{x\sim y}$ (d) $\frac{x\sim y}{x}$

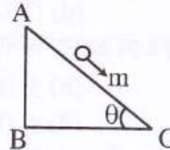
24. ভেক্টরের স্কেলার গুণন মেনে চলে –

(i) বিনিময় সূত্র (ii) বন্টন সূত্র (iii) সংযোগ সূত্র

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

25. AC ঘর্ষণহীন তলে m ভরের বস্তুটি নিচে নামার সময় এর উপর তলের প্রতিক্রিয়া বল কত?



(a) 0 (b) mg (c) $mg\cos\theta$ (d) $mg\sin\theta$

উত্তরপত্র

01	d	02	a	03	c	04	a	05	c	06	b	07	c	08	a	09	d	10	
11	a	12	c	13	a	14	a	15	c	16	d	17	b	18	a	19	c	20	b
21	c	22	d	23	d	24	a	25	c										

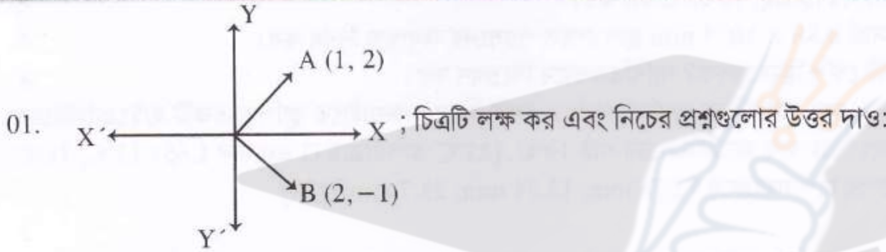
বোর্ড প্রশ্ন ২০২২ [শর্ট সিলেবাস]

যশোর বোর্ড

পূর্ণমান: ৩০+১৫=৪৫ সময়: ২ ঘণ্টা

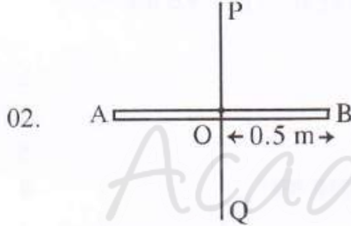
সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৩০ সময়: ১ : ৪০ মিনিট

01. 

; চিত্রটি লক্ষ কর এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

(ক) একক ভেক্টর কাকে বলে? ১
(খ) দুটি অসমান ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্দীপকের $\overrightarrow{OA}$ ভেক্টরটি Y অক্ষের সাথে কত কোণ উৎপন্ন করবে? ৩
(ঘ) উদ্দীপকের $\overrightarrow{OA}$ এবং $\overrightarrow{OB}$ ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

02. 

উপরের চিত্রের সরু ও সুষম দণ্ডের দৈর্ঘ্য AB = 1 m এবং ভর 2 kg। দণ্ডটি তার দৈর্ঘ্যের সাথে লম্বভাবে গমনকারী PQ অক্ষের সাপেক্ষে সুষম কৌণিক বেগে ঘূর্ণায়মান।

(ক) বলের ঘাত কাকে বলে? ১
(খ) সমবেগে উঠানামা করা লিফটের যাত্রীর ওজনের পরিবর্তন হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্দীপকের দণ্ডটির জড়তার ভ্রামক নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের দণ্ডটির ঘূর্ণন অক্ষ মধ্যবিন্দু O থেকে প্রান্তের A বিন্দুতে স্থানান্তর হলে চক্রগতির ব্যাসার্ধের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

03. পানিপূর্ণ একটি কুয়ার গভীরতা 10 m, ব্যাস 2 m। কুয়াটিকে পানিশূন্য করার জন্য 2 HP ক্ষমতার একটি পাম্প চালু করা হলো। অর্ধেক পানি শূন্য হওয়ার পর পাম্পটি নষ্ট হলে 3 HP ক্ষমতার অপর একটি পাম্প চালু করে কুয়াটিকে পানিশূন্য করা হলো।

(ক) অসংরক্ষণশীল বল কাকে বলে? ১
(খ) সমতলে হাঁটা অপেক্ষা সিঁড়ি দিয়ে হেঁটে উপরে উঠা কষ্টকর।–ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্দীপকের ১ম পাম্পটি মিনিটে কী পরিমাণ পানি উত্তোলন করবে? বের কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের উভয় পাম্পের ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় সময় একই ছিলো কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই কর। ৪

04. কৃত্রিম উপগ্রহ উৎক্ষেপণ কেন্দ্র হতে 3.6×10^4 km উচ্চতায় একটি কৃত্রিম উপগ্রহ উৎক্ষেপণ করা হলো। যেখানে অভিকর্ষজ ত্বরণ $g = 9.8\ ms^{-2}$। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ এবং মহাকর্ষীয় ধ্রুবক যথাক্রমে 6.4×10^6 m এবং $6.7 \times 10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$।

(ক) পার্কিং কক্ষপথ কী? ১
(খ) মুক্তিবেগ বস্তুর ভরের উপর নির্ভরশীল নয়—ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) কৃত্রিম উপগ্রহটির বেগ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) কৃত্রিম উপগ্রহটি ভূ-স্থির হবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

05. একটি সেকেন্ড দোলককে পাহাড়ের পাদদেশ থেকে চূড়ায় নিয়ে যাওয়া হলে দিনে 50 sec সময় হারায়। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km, অভিকর্ষজ ত্বরণ 9.8 ms^{-2}.
(ক) পর্যায়কাল কাকে বলে? ১
(খ) একটি স্প্রিংয়ের স্প্রিং ধ্রুবক 2.5 Nm^{-1} বলতে কী বুঝায়? ২
(গ) উদ্দীপকের পাহাড়ের চূড়ায় সরলদোলকের দোলনকাল নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) কী কৌশল অবলম্বন করলে উদ্দীপকের দোলকটি পাহাড়ের চূড়ায়ও সেকেন্ড দোলকের ন্যায় আচরণ করবে? গাণিতিক যুক্তিসহ উত্তর দাও। ৪

06. 6 m দৈর্ঘ্যের এবং 0.6 mm ব্যাসার্ধের একটি ইস্পাতের এবং অপর একটি সীসার তারের শেষ প্রান্তে 25 kg ভর ঝুলিয়ে দিলে তারের দৈর্ঘ্য প্রসারণ যথাক্রমে 0.026 m এবং 0.325 m পাওয়া গেল। ইস্পাতের তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক 2×10^{11} Nm^{-2}।
(ক) স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি কাকে বলে? ১
(খ) আন্তঃআণবিক বলের সাহায্যে পদার্থের স্থিতিস্থাপকতা ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্দীপকের ইস্পাতের তারের ব্যাসার্ধ 8.58×10^{-4} mm হ্রাস পেলে পয়সনের অনুপাত নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের তারদ্বয়ের মধ্যে কোনটি বেশি স্থিতিস্থাপক? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

07. কোনো একদিন ঢাকার তাপমাত্রা 35°C এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা 50%। একই দিনে রাজশাহীতে স্থাপিত একটি হাইগ্রোমিটারের শুষ্ক বাল্ব থার্মোমিটারের পাঠ 25°C এবং সিক্ত বাল্ব থার্মোমিটারের পাঠ 19°C. [25°C তাপমাত্রায় G এর মান 1.65। 15°C, 16°C ও 25°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পের চাপ যথাক্রমে 12.77 mm, 13.71 mm, 23.7 mm পারদ]
(ক) গড়মুক্ত পথ কাকে বলে? ১
(খ) মেঘলা রাত্রি শিশির জমার জন্য সহায়ক নয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) রাজশাহীর শিশিরাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের কোন স্থানে ঐ দিন ভেজা কাপড় দ্রুত শুকাবে? গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

08. 200 gm নাইট্রোজেন গ্যাস ভর্তি একটি বেলুনকে সমুদ্রের তলদেশে নিয়ে যাওয়ায় আয়তন অর্ধেক হয়ে গেল। সমুদ্র পৃষ্ঠের চাপ 10^5 Nm^{-2} এবং তাপমাত্রা 30°C। সমুদ্রের তলদেশের তাপমাত্রা 15°C। পানির ঘনত্ব 1000 kgm^{-3}, $g = 9.8$ ms^{-2}, $R = 8.314$ $Jmol^{-1}K^{-1}$।
(ক) আপেক্ষিক আর্দ্রতার সংজ্ঞা দাও। ১
(খ) আকাশ মেঘলা থাকলে শিশির পড়ে না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) সমুদ্র পৃষ্ঠে নাইট্রোজেনের মোট গতিশক্তি নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) তাপমাত্রার পরিবর্তন বিবেচনায় সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় করা সম্ভব কি? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ১৫ সময়: ২০ মিনিট

01. তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের বেলায় কোন বল ক্রিয়াশীল?
(a) মহাকর্ষ বল (b) তড়িৎ চৌম্বক বল
(c) শক্তিশালী নিউক্লীয় বল (d) দুর্বল নিউক্লীয় বল

02. নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রের উদাহরণের ক্ষেত্রে –
(i) ঘোড়ার গাড়ি টানা (ii) বন্দুকের গুলি ছোঁড়া
(iii) মহাশূন্যে গতিশীল মহাকাশযান
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

03. 0.1 kg ভরের একটি পাথর খণ্ডকে 0.5 m লম্বা একটি সুতার একপ্রান্তে বেঁধে বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 90 বার ঘুরালে সুতার টান কত হবে?
(a) 0.471 N (b) 0.21 N (c) 4.44 N (d) 41.79 N

04. কোনো অক্ষ সাপেক্ষে বস্তুতে প্রযুক্ত বলের মান এবং অক্ষের লম্ব দূরত্বের গুণফলকে কি বলে?
(a) জড়তার ভ্রামক (b) টর্ক
(c) চক্রগতির ব্যাসার্ধ (d) রৈখিক ভরবেগ

05. কোনো বস্তু তার অবস্থানের কারণে কী অর্জন করে থাকে?
(a) বিভব শক্তি (b) গতিশক্তি (c) কাজ (d) ক্ষমতা

06. 100 kg ভরের একটি বস্তুর ভরবেগ 200 $kgms^{-1}$ হলে এর গতিশক্তি কত হবে?
(a) 8×10^6 J (b) 4×10^4 J
(c) 400 J (d) 200 J

07. মৌলিক বলকে কয়ভাগে ভাগ করা যায়?
(a) ২ (b) ৩ (c) ৪ (d) ৯

08. সংরক্ষণশীল বলের বৈশিষ্ট্য প্রকাশের ক্ষেত্রে-
(i) বল শুধু অবস্থানের উপর নির্ভরশীল
(ii) শুধু বস্তুর আদি ও যে কোনো অবস্থানের উপর নির্ভর করে
(iii) কৃতকাজ সম্পূর্ণরূপে পুনরুদ্ধার করা যায়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

09. বস্তুকে যেভাবেই রাখা হোক না কেন তার ওজন যে বিশেষ বিন্দুর মধ্য দিয়ে পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে ক্রিয়া করে তাকে কী বলে?
(a) অভিকর্ষ কেন্দ্র (b) অভিকর্ষ ত্বরণ
(c) মহাকর্ষ বল (d) মহাকর্ষ ক্ষেত্র প্রাবল্য

10. যদি কোনো গ্রহের ভর 2×10^{27} kg ও ব্যাসার্ধ 7×10^{7} m হয় তবে ঐ গ্রহের মুক্তিবেগ কত? $[G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}]$
(a) 30.8 kms^{-1} (b) 43.66 kms^{-1}
(c) 61.7 kms^{-1} (d) $5.17 \times 10^{6} \text{ kms}^{-1}$

11. মহাকর্ষ সূত্র ব্যবহার করে যে সমস্ত কাজ করা সম্ভব –
(i) প্রাকৃতিক গ্যাস উত্তোলন
(ii) বিভিন্ন খনিজ পদার্থ উত্তোলন
(iii) ভূ-গর্ভস্থ তাপঘটিত শক্তি উত্তোলন
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

12. মহাকর্ষ ক্ষেত্র প্রাবল্যের মাত্রার ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক?
(a) $[LT^{-1}]$ (b) $[LT^{-2}]$ (c) $[MLT^{-1}]$ (d) $[MLT^{-2}]$

13. কিছু পরিমাণ পানিকে তার মোট আয়তনের 10% সংকুচিত করতে কত পরিমাণ চাপ প্রয়োগ করতে হবে, যেখানে পানির আয়তন গুণাঙ্ক $2 \times 10^{9} \text{ Nm}^2$?
(a) $2 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$ (b) $2 \times 10^{9} \text{ Nm}^{-2}$
(c) $0.02 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$ (d) $0.5 \times 10^{-10} \text{ Nm}^{-2}$

14. বল প্রয়োগে যদি কোনো বস্তুর আকারের পরিবর্তন হয় তাকে কী বলে?
(a) আকার পীড়ন (b) আকার বিকৃতি
(c) আয়তন পীড়ন (d) আয়তন বিকৃতি

15. পীড়ন এর মাত্রা কোনটি?
(a) $[ML^{-1}T^{-2}]$ (b) $[MLT^{-2}]$
(c) $[MLT^{-1}]$ (d) $[M^{-1}L^{3}T^{-2}]$

16. সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কোনো কণার সরণ সর্বোচ্চ হবে যখন –
(i) বেগ সর্বনিম্ন (ii) ত্বরণ সর্বোচ্চ (iii) বল সর্বোচ্চ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

17. সময়ের সাপেক্ষে অন্তরফলন করে সরল ছন্দিত গতি-সম্পন্ন বস্তুর অন্তরক সমীকরণ থেকে কী পাওয়া যায়?
(a) কম্পাঙ্ক (b) পর্যায়কাল (c) বেগ (d) ত্বরণ

18. নির্দিষ্ট ভরের একটি বস্তুকে একটি স্প্রিং এ ঝুলিয়ে দিলে, নিম্নের কোনটি সঠিক হবে?
(a) স্প্রিং ধ্রুবক বাড়লে বেগ কমে
(b) স্প্রিং ধ্রুবক বাড়লে দোলনকাল কমে
(c) স্প্রিং ধ্রুবক বাড়লে ত্বরণ কমে
(d) স্প্রিং ধ্রুবক বাড়লে কম্পাঙ্ক কমে

19. 1.0 লিটার বায়ুর ক্ষেত্রে-
(i) মোট অণুর সংখ্যা 2.7×10^{22}
(ii) 27°C তাপমাত্রায় গড় গতিশক্তি 6.12×10^{-21} J
(iii) বায়ুর ঘনত্ব 1.43 gm^{-3} হলে 27°C তাপমাত্রায় মূল গড় বর্গবেগ 461.18 ms^{-1}
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

20. গড় মুক্তপথের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক?
(a) গড় মুক্তপথ তাপমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক
(b) গড় মুক্তপথ চাপের ব্যস্তানুপাতিক
(c) গড় মুক্তপথ ঘনত্বের সমানুপাতিক
(d) গড় মুক্তপথ অণুর সংখ্যার সমানুপাতিক

21. PV = K সমীকরণ মেনে চলে কোন সূত্র?
(a) গ্যাসের চাপীয় সূত্র (b) চার্লসের সূত্র
(c) বয়েলের সূত্র (d) অ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্র

22. একটি বস্তু নির্দিষ্ট দিকে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে কী বলে?
(a) অবস্থান ভেক্টর (b) সরণ ভেক্টর
(c) একক ভেক্টর (d) বল ভেক্টর

23. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর যোগ করার ক্ষেত্রে ভেক্টর সাধারণ নিয়মের ক্ষেত্রে –
(i) নতুন অবস্থানে তাদেরকে সমান্তরালভাবে স্থানান্তর করা হয়
(ii) $\vec{B}$ এর আদি বিন্দুকে $\vec{A}$ এর শীর্ষ বিন্দুতে স্থাপন করে $\vec{A}$ এর আদি বিন্দু থেকে $\vec{B}$ এর শীর্ষ বিন্দুতে সরলরেখা টানা হয়
(iii) $\vec{B}$ এর আদি বিন্দুকে $\vec{A}$ এর শীর্ষ বিন্দুতে স্থাপন করে $\vec{B}$ এর শীর্ষ বিন্দু থেকে $\vec{A}$ এর আদি বিন্দুতে সরলরেখা টানা হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

24. $\vec{A} = 2\hat{i} + 3\hat{j}$ এবং $\vec{B} = m\hat{i} - 2\hat{j}$। m এর মান কত হলে ভেক্টরদ্বয় পরস্পর লম্ব?
(a) -3 (b) $-\frac{3}{2}$ (c) $\frac{3}{2}$ (d) 3

25. যদি $\varphi(x, y, z)$ একটি ব্যবকলনীয় স্কেলার ক্ষেত্র হয় তবে তাকে কী বলে?
(a) অপারেটর (b) কার্ল (c) গ্রেডিয়েন্ট (d) ডাইভারজেন্স

উত্তরপত্র

01	d	02	d	03	c	04	b	05	a	06	d	07	c	08	b	09	a	10	c
11	d	12	b	13	c	14	b	15	a	16	d	17	d	18	b	19	a	20	b
21	c	22	b	23	-	24	d	25	c										

বোর্ড প্রশ্ন ২০২২ [শর্ট সিলেবাস]

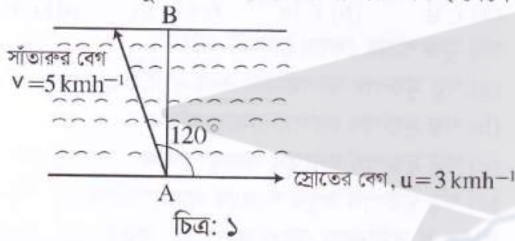
কুমিল্লা বোর্ড

পূর্ণমান: ৩০+১৫=৪৫ সময়: ২ ঘণ্টা

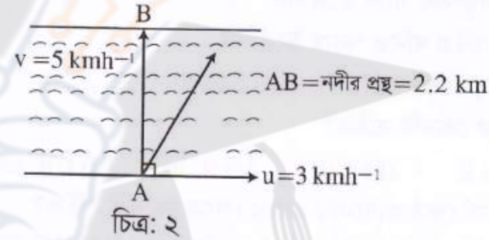
সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৩০ সময়: ১ : ৪০ মিনিট

01. 2.2 km প্রস্থের একটি নদীতে স্রোতের বেগ 3 kmh^{-1}। সাঁতার প্রতিযোগিতায় নদী পাড়ি দেওয়ার লক্ষ্যে প্রথম সাঁতারু 5 kmh^{-1} বেগে চিত্র-১ অনুসারে এবং দ্বিতীয় সাঁতারু একই বেগে চিত্র-২ অনুসারে সাঁতার আরম্ভ করল।



চিত্র: ১

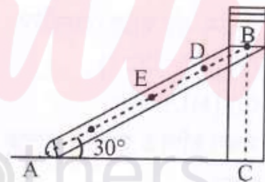


চিত্র: ২

(ক) একক ভেক্টর কাকে বলে? ১
(খ) নৌকার গুণ টানার ক্ষেত্রে লম্বা রশি দিয়ে গুণ টানা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) প্রথম সাঁতারুর লব্ধি বেগ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উক্ত সাঁতার প্রতিযোগিতার ফলাফল গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

02. P ও Q দুটি গোলকের ভর যথাক্রমে 0.025 kg ও 0.05 kg। P ও Q গোলকদ্বয়কে 2 টি পৃথক সুতার সাহায্যে বেঁধে যথাক্রমে 0.909 m ও 0.709 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে অনুভূমিকভাবে মিনিটে 30 বার ঘুরানো হচ্ছে। সুতাটি সর্বোচ্চ 0.275 N বল সহ্য করতে পারে।
(ক) টর্কের সংজ্ঞা দাও। ১
(খ) রাস্তার ব্যাংকিং এর প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) P গোলকের কৌণিক ভরবেগ কত? ৩
(ঘ) P ও Q গোলকের সুতার মধ্যে কোন সুতাটি ছিঁড়ে যাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণপূর্বক যুক্তি দাও। ৪

03. শিশুপার্কে স্থাপিত একটি স্লিপারের উচ্চতা BC = 2 m এবং হেলানো তলটি 30° কোণে ঢালু। 25 kg ভরের একজন শিশু স্লিপারের শীর্ষ বিন্দু (B) থেকে ঘর্ষণহীনভাবে স্লিপিং করে ভূমিতে A বিন্দুতে পৌঁছে।



(ক) অশ্ব ক্ষমতা কাকে বলে? ১
(খ) পৃথিবীর চারদিকে চাঁদ একবার ঘুরে আসলে কৃতকাজ কীরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) আনত স্লিপারের দৈর্ঘ্য হিসাব কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে স্লিপারের দৈর্ঘ্যের এক-চতুর্থাংশ দূরত্ব (D) ও অর্ধেক দূরত্ব (E) অতিক্রমকালে যান্ত্রিক শক্তির পরিমাণ সমান হবে কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

04. সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর কক্ষপথ উপবৃত্তাকার। সূর্য হতে পৃথিবীর নিকটতম ও দূরতম দূরত্ব যথাক্রমে 1.47×10^{14} m এবং 1.52×10^{14} m। একজন শিক্ষার্থী হিসাব করে বলল পৃথিবীকে নিকটতম হতে দূরতম দূরত্বে সরাতে মহাকর্ষ বলের বিরুদ্ধে 1.8×10^{29} J কাজ সম্পাদন করতে হয়। সূর্য ও পৃথিবীর ভর যথাক্রমে 2×10^{30} kg এবং 5.96×10^{24} kg।
(ক) মহাকর্ষ বিভব কাকে বলে? ১
(খ) মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে h বনাম t^2 লেখচিত্রের প্রকৃতি কীরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) সূর্য হতে ন্যূনতম দূরত্বে পৃথিবীর কেন্দ্রাভিমুখী বল নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত শিক্ষার্থীর হিসাবের যথার্থতা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

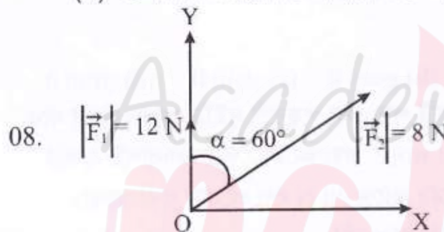
05. একটি ধাতব তারে 10 kg ভর ঝুলানোর ফলে এর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ ও ব্যাস তিন-চতুর্থাংশ হয়।

ধাতু	ইয়ং এর গুণাঙ্ক (Y)
Al	$7\times 10^{10}\ Nm^{-2}$
Fe	$11.5\times 10^{10}\ Nm^{-2}$
Cu	$13\times 10^{10}\ Nm^{-2}$

(ক) স্থিতিস্থাপকতা কী? ১
(খ) তাপমাত্রা বাড়ালে স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের মান কমে কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উক্ত ধাতব তারের পয়সনের অনুপাত কত? ৩
(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে ধাতব তারটি কী দিয়ে তৈরি? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক তোমার মতামত দাও। ৪

06. নাফিস পদার্থবিজ্ঞান পরীক্ষাগারে 550 gm ভরের একটি বস্তুকে একটি ঝুলন্ত সুতার একপ্রান্তে বেঁধে দোল দিয়ে দেখল যে, এটি 5 সেকেন্ডে 3 বার স্পন্দিত হচ্ছে। দোলনের কোনো এক সময় বস্তুটির সরণ 6 cm এবং দোলনের বিস্তার 11 cm।
(ক) পর্যাবৃত্ত গতি কী? ১
(খ) পৃথিবী নিজ অক্ষের সাপেক্ষে সমদ্রুতিতে আবর্তনরত হলেও সূর্যের চারপাশে নয়–ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত সরণকালে বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উল্লিখিত সরণের জন্য বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল বল বস্তুর ওজন অপেক্ষা কম কিনা? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

07. কোনো এলাকায় একদিন শুষ্ক ও সিক্ত বালব হাইগ্রোমিটারের পাঠ যথাক্রমে 20°C এবং 12.8°C পাওয়া গেল। 20°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের উৎপাদক 1.79। 7°C, 8°C এবং 20°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্পচাপ যথাক্রমে 7.5×10^{-3} mHgP, 8.1×10^{-3} mHgP এবং 17.4×10^{-3} mHgP।
(ক) স্বাধীনতার মাত্রা কাকে বলে? ১
(খ) পরমশূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসের গতিশক্তি শূন্য হয়–ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) ঐদিন উক্ত এলাকার শিশিরাংক নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত ঐদিনে উক্ত এলাকার আবহাওয়া সম্পর্কে গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মন্তব্য কর। ৪

08. 

(ক) ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স কাকে বলে? ১
(খ) অবস্থান ভেক্টর একটি সীমাবদ্ধ ভেক্টর–ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) বল দুটির লব্ধি X - অক্ষের সাথে যে কোণে ক্রিয়াশীল তা নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) বল দুটির লব্ধির অনুভূমিক উপাংশ ও উলম্ব উপাংশের মধ্যে কোনটি বেশি? তোমার মতামত গাণিতিক যুক্তিসহ দাও। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ১৫ সময়: ২০ মিনিট

01. কোনটি অসংরক্ষণশীল বল?
(a) মাধ্যাকর্ষণ বল (b) বিদ্যুৎ বল
(c) চৌম্বক বল (d) সান্দ্র বল

02. Y, 20N, 31°, O, Z ; OZ বরাবর বলের উপাংশ কত?
(a) 10.30 N (b) 12.01 N (c) 17.14 N (d) 33.28 N

03. R পৃথিবীর ব্যাসার্ধ হলে ভূ-পৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় g এর মান ভূ-পৃষ্ঠের মানের অর্ধেক হবে?
(a) 0.207 R (b) 0.414 R (c) 2 R (d) 4 R

04. বলের ঘাত হচ্ছে –
(i) বল ও বলের ক্রিয়া কালের গুণফল
(ii) ভরবেগের পরিবর্তন (iii) ভরবেগের পরিবর্তনের হার
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
40°C তাপমাত্রার একটি গ্যাসকে স্থির চাপে উত্তপ্ত করে আয়তন দ্বিগুণ করা হলো।

05. উদ্দীপকটির গ্যাস নিচের কোন সূত্র সমর্থন করে?
(a) গে-লুসাকের সূত্র (b) অ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্র
(c) বয়েল এর সূত্র (d) চার্লস এর সূত্র

06. গ্যাসটির চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত?
(a) 80°C (b) 176.5°C (c) 353°C (d) 626°C

07. কোনো সরল দোলককে নিরক্ষীয় অঞ্চল হতে মেরু অঞ্চলে আনলে দোলনকাল–
(a) সমান থাকবে (b) শূন্য হবে
(c) বাড়বে (d) কমবে

08. নিরক্ষরেখায় অভিকর্ষীয় ত্বরণের মান g′ হলে–
(a) $g' = 1 + \omega^2 R$ (b) $g' = 1 - \omega^2 R$
(c) $g' = g - \omega^2 R$ (d) $g' = g + \omega^2 R$

09. $|\vec{R}| = |\vec{A}| + |\vec{B}| = 0$ হলে–
(a) মূল ভেক্টর দুটি অসমান ও বিপরীতমুখী
(b) মূল ভেক্টর দুটি অসমান ও সমমুখী
(c) মূল ভেক্টর দুটি সমান ও সমমুখী
(d) মূল ভেক্টর দুটি সমান ও বিপরীতমুখী

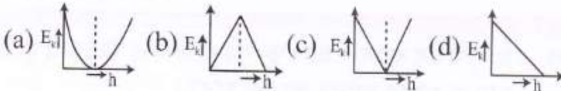
10. কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ–
(a) অসীম (b) ধনাত্মক (c) শূন্য (d) ঋণাত্মক

11. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 'R' এবং পৃথিবীতে অভিকর্ষজ ত্বরণ 'g'। পৃথিবীপৃষ্ঠ হতে 'h' উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণ কত?
(a) $\frac{g(R-h)}{R}$ (b) $\frac{gR^2}{(R+h)^2}$ (c) $\frac{gR}{R+h}$ (d) $\frac{g(R-h)^2}{R^2}$

12. $\vec{A} = 3\hat{i} + 6\hat{j}$ এর উপর লম্ব কোনটি?
(a) $3\hat{i} - 6\hat{j}$ (b) $3\hat{i}$ (c) $8\hat{k}$ (d) $6\hat{j}$

13. N.T. P তে হাইড্রোজেনের ঘনত্ব $0.09\ kgm^{-3}$। অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর।
(a) $1.84\ kms^{-1}$ (b) $2.84\ kms^{-1}$
(c) $3.38\ kms^{-1}$ (d) $4.00\ kms^{-1}$

14. সরলদোলকের ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ কৌণিক বিস্তার হবে–
(a) 1° (b) 4° (c) 30° (d) 40°

15. নিচের কোনটি সঠিক?


16. পৃথিবীর ভর M এবং ব্যাসার্ধ R হলে পৃথিবীপৃষ্ঠে G/g এর অনুপাত হবে–
(a) $\frac{R^2}{M}$ (b) $\frac{M}{R^2}$ (c) $\frac{R}{M}$ (d) $\frac{M}{R}$

17. স্প্রিংকে প্রসারিত করলে এর মধ্যে কোন ধরনের শক্তি সঞ্চিত হয়?
(a) বিভব শক্তি (b) গতিশক্তি
(c) রাসায়নিক শক্তি (d) তাপশক্তি

18. সেকেন্ড দোলকের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক?
(a) $g = 4\pi^2(l + r)$ (b) $g = \frac{(l+r)}{4\pi^2}$
(c) $g = \frac{4\pi^2}{(l+r)}$ (d) $g = \pi^2(l + r)$

19. 6 স্বাধীনতা মাত্রা সম্পন্ন কোনো অণুর মোট শক্তি হবে–
(a) $\frac{1}{2}$ KT (b) KT (c) 3 KT (d) 6 KT

20. ঘর্ষণ বল দ্বারা বস্তুর উপর কৃতকাজ–
(a) ধনাত্মক (b) ঋণাত্মক (c) শূন্য (d) বল×মন্দন

21. কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 80%। শিশিরাংকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ 10.52 mm পারদ চাপ। বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কত?
(a) 13.15 mm Hgp (b) 17.60 mm Hgp
(c) 18.416 mm Hgp (d) 76.04 mm Hgp

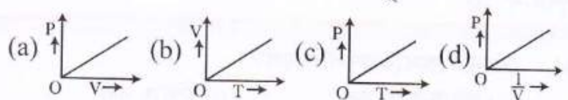
22. চিত্রে মসৃণ আনত তল বেয়ে গড়িয়ে পড়া বস্তুর ত্বরণ–


(a) g (b) $g\cos\theta$ (c) $g\sin\theta$ (d) $g\tan\theta$

নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
2 m দৈর্ঘ্য ও $1\ mm^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের প্রান্তে 20 N বল প্রয়োগ করা হলো। $[Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}]$

23. তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি কত?
(a) 2×10^{-4} m (b) 1.99 m
(c) 5×10^{3} m (d) 2×10^{4} m

24. প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $2\ mm^2$ ও বল দ্বিগুণ হলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পূর্বের কতগুণ হবে?
(a) 1 গুণ (b) 2 গুণ (c) 3 গুণ (d) 4 গুণ

25. নিচের কোন লেখচিত্রটি রেনোর চাপীয় সূত্র সমর্থন করে?


উত্তরপত্র

01	d	02	a	03	b	04	a	05	d	06	c	07	d	08	c	09	d	10	c
11	b	12	c	13	a	14	b	15	c	16	a	17	a	18	d	19	c	20	b
21	a	22	b	23	a	24	a	25	c										

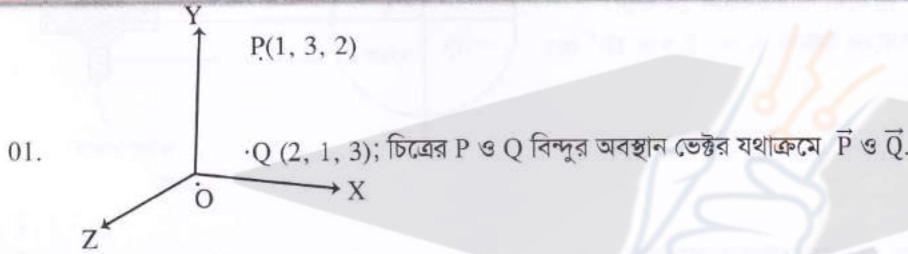
বোর্ড প্রশ্ন ২০২২ [শর্ট সিলেবাস]

দিনাজপুর বোর্ড

পূর্ণমান: ৩০+১৫=৪৫ সময়: ২ ঘণ্টা

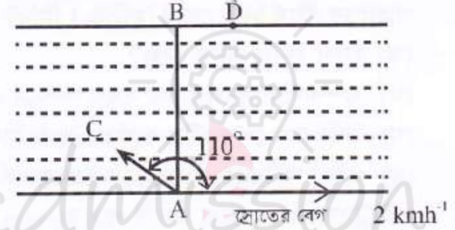
সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৩০ সময়: ১ : ৪০ মিনিট

01. 

·Q (2, 1, 3); চিত্রের P ও Q বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর যথাক্রমে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$.

(ক) সদৃশ ভেক্টর কাকে বলে? ১
(খ) দুটি অসমান ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে না–ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) ΔOPQ এর ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) $\vec{P}+\vec{Q}$ ও $\vec{P}-\vec{Q}$ ভেক্টরদ্বয় +Y অক্ষের সাথে সমান কোণ উৎপন্ন করে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

02. 

চিত্রে স্রোতের নদীতে একজন লোক এক পাড় হতে অপর পাড়ে যাওয়ার জন্য $4\ \text{kmh}^{-1}$ বেগে AC বরাবর নৌকা চালানো শুরু করে। সে অপর পাড়ে D বিন্দুতে পৌঁছে। BD = 0.5 km, নদীর প্রস্থ = AB।

(ক) স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ কাকে বলে? ১
(খ) দুইয়ের অধিক ভেক্টর রাশির যোগের নিয়ম ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) নদীর প্রস্থ AB নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) AC বরাবর নৌকা চালানো শুরু করলে অপর পাড়ে পৌঁছাতে যে সময় লাগে একই বেগে AB বরাবর নৌকা চালানো শুরু করলে অপর পাড়ে পৌঁছাতে তার চেয়ে কম নাকি বেশি সময় লাগবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক উত্তরের সাপেক্ষে মতামত দাও। ৪

03. একজন ব্যক্তি 300 গ্রাম ভরের একটি বস্তুকে 70 cm দৈর্ঘ্যের একটি রশির এক প্রান্তে বেঁধে অনুভূমিক তলে বৃত্তাকার পথে প্রতি মিনিটে 60 বার ঘুরাচ্ছে। হঠাৎ বস্তুটির এক-তৃতীয়াংশ খুলে পড়ে গেলে তিনি তাৎক্ষণিকভাবে রশির দৈর্ঘ্য 10 cm কমিয়ে এবং প্রতি মিনিটে ঘূর্ণন সংখ্যা 10 বার বৃদ্ধি করে বস্তুর অবশিষ্টাংশকে ঘুরাতে থাকেন।

(ক) বলের ঘাত কাকে বলে? ১
(খ) ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল পরস্পরকে প্রশমিত করে না–ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) প্রাথমিক অবস্থায় বস্তুটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) পরিবর্তিত অবস্থায় রশির উপর প্রযুক্ত টানের কীরূপ পরিবর্তন করতে হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

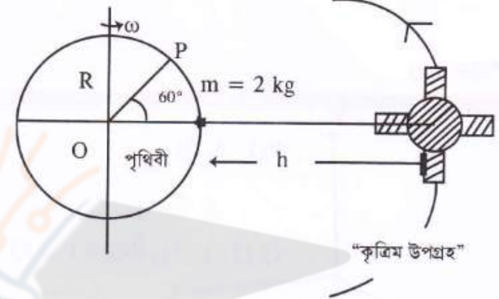
04. একটি অ্যালুমিনিয়ামের তারের দৈর্ঘ্য 2 m, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $1\ \text{mm}^2$ এবং অপর একটি কার্বন মিশ্রিত অ্যালুমিনিয়ামের তারের দৈর্ঘ্য 2.25 m, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $0.90\ \text{mm}^2$। তার দুটির প্রত্যেকটিতে 20 N বল প্রয়োগ করলে যথাক্রমে 0.2 mm ও 0.19 mm দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়।

(ক) স্থিতিস্থাপক সীমা কাকে বলে? ১
(খ) পয়সনের অনুপাত ঋণাত্মক হওয়া সম্ভব কি-না? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) অ্যালুমিনিয়ামের তারের প্রতি একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) অ্যালুমিনিয়ামের সাথে কার্বন মেশানোর ফলে স্থিতিস্থাপকতার কিরূপ পরিবর্তন ঘটে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

05. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 14 m এবং ব্যাস 2.4 m। একটি পাম্প 22 মিনিটে কুয়াটিকে পানিশূন্য করতে পারে। কিন্তু এক-তৃতীয়াংশ পানি উত্তোলন করার পর পাম্পটি নষ্ট হয়ে যায়। পরে 70% দক্ষতার আর একটি পাম্প যুক্ত করে 30 মিনিটে বাকি পানি উত্তোলন করা হয়।

(ক) অসংরক্ষণশীল বল কাকে বলে? ১
(খ) স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে স্প্রিং বল একটি সংরক্ষণশীল বল–ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) ১ম পাম্পটি কত সময়ব্যাপী কাজ করে তা নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) কোন পাম্পটির ক্ষমতা বেশি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

06. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ $R = 6.4 \times 10^6$ m এবং আবর্তনকাল 24 ঘণ্টা। পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে একটি কৃত্রিম উপগ্রহের উচ্চতা $h = 3.6 \times 10^7$ m। পৃথিবীর ভর $M = 6 \times 10^{24}$ kg.



(ক) মুক্তিবেগ কী? ১
(খ) বিষুবীয় অঞ্চলে বস্তুর ওজন হ্রাস পাওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) P বিন্দুতে m ভরের বস্তুর উপর কার্যকর অভিকর্ষ বলের মান কত? ৩
(ঘ) ভূ-পৃষ্ঠ হতে কৃত্রিম উপগ্রহটিকে স্থির বলে মনে হবে কি? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

07. ভূ-পৃষ্ঠে একটি সেকেন্ড দোলক সঠিক সময় দেয়। এটিকে একটি খনিগর্ভে নিয়ে গেলে দৈনিক 20 sec ধীরে চলে। কিন্তু একটি পাহাড়ের শীর্ষে নিয়ে গেলে দৈনিক 1 মিনিট (এক মিনিট) ধীরে চলে। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6400 km।

(ক) স্প্রিং ধ্রুবক কাকে বলে? ১
(খ) কম্পনশীল সুরশলাকার বাহুর স্পন্দন একটি সরল ছন্দিত স্পন্দন — ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্দীপকে দোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) খনির গভীরতা ও পাহাড়ের উচ্চতা গাণিতিকভাবে তুলনা কর। ৪

08. নাইট্রোজেন গ্যাস দ্বারা একটি পাত্র 20 atm চাপে 27°C তাপমাত্রায় ভর্তি করা হল। এরপর অর্ধেক ভরের গ্যাস বের করে দেয়া হল এবং অবশিষ্ট গ্যাসের তাপমাত্রা 87°C এ বাড়ানো হল।

(ক) পরম আর্দ্রতা কাকে বলে? ১
(খ) বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ বেড়ে গেলে বায়ুমণ্ডলীয় চাপের কীরূপ পরিবর্তন হয়? ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) প্রাথমিক অবস্থায় নাইট্রোজেন গ্যাসের অণুগুলোর মূল গড় বর্গবেগ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) পরিবর্তিত অবস্থায় গ্যাসের চাপ পূর্বের চাপের চেয়ে কম না বেশি হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণপূর্বক মতামত দাও। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

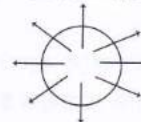
পূর্ণমান: ১৫ সময়: ২০ মিনিট

উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
2 gm, 6 gm ও 4 gm ভরের তিনটি বস্তুকণা যথাক্রমে A, B ও C কোনো ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে 5 সেকেন্ডে 20 বার করে ঘুরে। বস্তুকণাগুলোর কৌণিক ভরবেগ যথাক্রমে L_A, L_B ও L_C। অক্ষ থেকে কণাগুলোর দূরত্ব যথাক্রমে 5 cm, 4 cm ও 3 cm।

01. উদ্দীপকের A বস্তুকণার রৈখিক বেগ কত?
(a) $1.256\ ms^{-1}$ (b) $6.283\ ms^{-1}$
(c) $9.283\ ms^{-1}$ (d) $125.60\ ms^{-1}$

02. কৌণিক ভরবেগের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক?
(a) $L_A > L_B > L_C$ (b) $L_A > L_C > L_B$
(c) $L_B > L_A > L_C$ (d) $L_B > L_C > L_A$

03. চিত্রে একটি ভেক্টর ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স দেখানো হলো। এর আলোকে নিচের কোনটি সঠিক?



(a) $\vec{\nabla} \times \vec{v} = 0$ (b) $\vec{\nabla}.\vec{v} = 0$
(c) $\vec{\nabla}.\vec{v} = +ve$ (d) $\vec{\nabla}.\vec{v} = -ve$

04. $\frac{\hat{i}-\hat{j}+\hat{k}}{\sqrt{3}}$ ভেক্টর একটি –
(a) নাল ভেক্টর (b) সমরেখ ভেক্টর
(c) সমতলীয় ভেক্টর (d) একক ভেক্টর

05. Nm একক হয় –
(i) কৌণিক ভরবেগের (ii) কাজের
(iii) বলের ভ্রামকের
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

06. দুটি বস্তুর গতিশক্তি সমান। প্রথমটির ভর অন্যটির চারগুণ হলে এদের ভরবেগের অনুপাত কত?
(a) 2: 1 (b) 4: 1 (c) 1: 2 (d) 1: 4

07. একটি দেয়াল ঘড়ির ঘণ্টা, মিনিট ও সেকেন্ডের কাঁটার কৌণিক বেগের অনুপাত কত?
(a) 1: 12: 720 (b) 2: 12: 720
(c) 12: 1: 720 (d) 720: 12: 1

08. m ভরের একটি বস্তু h উচ্চতা থেকে ভূমিতে পড়ল। ভূমি থেকে কত উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির তিনগুণ হবে?
(a) $\frac{2h}{3}$ (b) $\frac{h}{2}$ (c) $\frac{h}{3}$ (d) $\frac{h}{4}$

09. বিটা ক্ষয়ের জন্য কোন বল দায়ী?
(a) মহাকর্ষ বল (b) দুর্বল নিউক্লিয় বল
(c) সবল নিউক্লিয় বল (d) তাড়িত চৌম্বক বল

10. একটি স্প্রিং-এ 500 N বল প্রয়োগ করায় স্প্রিংটি 10 cm প্রসারিত হয়। স্প্রিংটিতে 20 kg ভরের একটি বোঝা খাড়া নিচের দিকে ঝুলিয়ে দেওয়া হলে স্প্রিংটির স্থিতিশক্তি কত?
(a) 0.04 J (b) 1.90 J (c) 3.80 J (d) 98 J

11. $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ ভেক্টর দ্বারা একটি সামান্তরিকের কর্ণদ্বয় নির্দিষ্ট হলে, সামান্তরিকের ক্ষেত্রফল কোনটি হবে?
(a) $\vec{A}.\vec{B}$ (b) $\frac{1}{2}|\vec{A}\times\vec{B}|$ (c) $\frac{1}{2}|\vec{A}.\vec{B}|$ (d) $|\vec{A}\times\vec{B}|$

12. $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি ভেক্টর রাশির মধ্যবর্তী কোণ 120° হলে, তাদের লব্ধির মান—
(a) P + Q (b) $\sqrt{P^2+Q^2+PQ}$
(c) P − Q (d) $\sqrt{P^2+Q^2-PQ}$

13. নিচের কোন সমীকরণটি সঠিক?
(a) $\vec{\tau}=\vec{F}\times\vec{r}$ (b) $\vec{\tau}=\vec{P}\times\vec{r}$
(c) $\vec{\tau}=\vec{r}\times\vec{F}$ (d) $\vec{\tau}=\vec{r}\times\vec{P}$

14. একটি বন্দুকের গুলির ভর ও বেগ যদি দ্বিগুণ করা হয় তাহলে গতিশক্তি কত গুণ হবে?
(a) 2 গুণ (b) 4 গুণ (c) 8 গুণ (d) 16 গুণ

15. গোলাকার চাকতির পৃষ্ঠের অভিলম্বভাবে গমনকারী স্পর্শকের সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ কোনটি?
(a) $\frac{1}{2}$r (b) $\sqrt{\frac{2}{3}}$r (c) $\sqrt{\frac{3}{2}}$r (d) $\sqrt{\frac{2}{5}}$r

16. পৃথিবীর নিজ অক্ষের ঘূর্ণনের জন্য জাতীয় স্মৃতিসৌধের কৌণিক বেগ কত?
(a) 7.27×10^{5} rads^{-1} (b) 0.2681 rads^{-1}
(c) 1.818×10^{-4} rads^{-1} (d) 7.27×10^{-5} rads^{-1}

17. CO-এর জন্য স্বাধীনতার মাত্রা কত?
(a) 3 (b) 4 (c) 5 (d) 6

18. যদি সিক্ত ও শুষ্ক বালব হাইগ্রোমিটারের সিক্ত ও শুষ্ক বালবের তাপমাত্রার পার্থক্য কম প্রদর্শন করে তাহলে –
(a) আপেক্ষিক আর্দ্রতা বেশি হবে
(b) আপেক্ষিক আর্দ্রতা কম হবে
(c) নিম্ন শিশিরাঙ্ক হবে (d) শরীরে আরাম অনুভব হবে

উদ্দীপকটি পড় এবং পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
সরল ছন্দিত গতিতে দোলনরত একটি কণার সর্বোচ্চ বেগ ও সর্বোচ্চ ত্বরণের মান যথাক্রমে 15 cms^{-1} ও 30 cms^{-2}।

19. উদ্দীপকের কণাটির পর্যায়কাল কত?
(a) 0.785 s (b) 1.57 s (c) 3.14 s (d) 6.28 s

20. উদ্দীপকে দোলনরত কণার –
(i) বিস্তার 7.5 cm (ii) সর্বোচ্চ বিস্তারে গতিশক্তি শূন্য
(iii) সাম্যাবস্থানে বিভবশক্তি সর্বোচ্চ
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

21. একটি কৃত্রিম উপগ্রহের কক্ষপথের উচ্চতার সমীকরণ –
(a) $h=\left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{\frac{1}{3}}-R$ (b) $h=\left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{3}-R$
(c) $h=\left(\frac{4\pi^2}{GMT^2}\right)^{\frac{1}{3}}-R$ (d) $h=\left(\frac{4\pi^2}{GMT^2}\right)^{3}-R$

22. একটি বস্তুর উৎক্ষেপণ বেগ কত হলে বস্তুটি পৃথিবীর চারিদিকে চাঁদের মতো উপগ্রহে পরিণত হবে?
(a) 11.2 kms^{-1} (b) 7.88 kms^{-1}
(c) 5.7 kms^{-1} (d) 3.24 kms^{-1}

23. পয়সনের অনুপাত নিচের কোনটি হতে পারে না?
(a) − 0.9 (b) 0.1 (c) 0.4 (d) 1

24. পীড়ন বনাম বিকৃতি লেখচিত্রের ঢাল কী নির্দেশ করে?
(a) স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক (b) পয়সনের অনুপাত
(c) মোট কৃতকাজ (d) একক আয়তনে বিভবশক্তি

25. সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কণা কত সময় পর পর একই দশাপ্রাপ্ত হয়?
(a) $\frac{2\pi}{\omega}$ (b) 2πω (c) $\frac{\pi}{\omega}$ (d) $\frac{\omega}{2\pi}$

উত্তরপত্র

01	a	02	c	03	c	04	d	05	c	06	a	07	a	08	d	09	b	10	c
11	b	12	d	13	c	14	c	15	c	16	d	17	c	18	a	19	c	20	a
21	a	22	b	23	d	24	a	25	a										

বোর্ড প্রশ্ন ২০২২ [শর্ট সিলেবাস]

ময়মনসিংহ বোর্ড

পূর্ণমান: ৩০+১৫=৪৫ সময়: ২ ঘণ্টা

সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৩০ সময়: ১ : ৪০ মিনিট

01. ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় দুটি বিন্দুর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে P(1, 2, 1) ও Q (2, 1, 1)। বিন্দু দুটির জন্য সৃষ্ট অবস্থান ভেক্টর যথাক্রমে $\overrightarrow{OP}$ ও $\overrightarrow{OQ}$। অবস্থান ভেক্টরদ্বয়কে সন্নিহিত বাহু ধরে সামান্তরিক অঙ্কন করলে R বিন্দুর স্থানাঙ্ক R (1, 1, 2) হয়।

Y Q(2, 1, 1) R (1, 1, 2) α O P(1, 2, 1) X

(ক) ভেক্টর অপারেটর কী? ১
(খ) বৈদ্যুতিক পাখা ঘুরলে গায়ে বাতাস লাগে কেন? ভেক্টরের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) α কোণের মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের ΔPQR সমকোণী ত্রিভুজ গঠন করে কিনা– গাণিতিক ব্যাখ্যা কর। ৪

02. $60\ kmh^{-1}$ গতিসম্পন্ন একটি ট্রেন 328 m ব্যাসার্ধবিশিষ্ট রেল লাইনে বাঁক নেয়ার সময় লাইনচ্যুত হয়ে বগিসহ উল্টে যায়। দুর্ঘটনাস্থলে লাইনের পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1 m এবং ভেতরের পাত অপেক্ষা বাহিরের পাতটির উচ্চতা ছিল 7 cm।
(ক) টর্ক কী? ১
(খ) কোথায় বল প্রয়োগে দরজা দ্রুত খুলবে– ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উক্ত স্থানে রাস্তার ব্যাংকিং কোণ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) রেল দুর্ঘটনার কারণ গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

03. কোন একদিন সেলিম ও মুরাদ কোনো স্থানে দণ্ডায়মান ছিল। তখন বাতাসের বেগ $5\ ms^{-1}$ যা দক্ষিণ থেকে উত্তরে প্রবাহিত হচ্ছিল। এমন সময় $3\ ms^{-1}$ বেগে বৃষ্টি পড়তে শুরু করল। বৃষ্টি শুরু হবার পর সেলিম দক্ষিণ থেকে উত্তরে এবং মুরাদ উত্তর থেকে দক্ষিণে $7\ ms^{-1}$ বেগে চলতে শুরু করল।
(ক) জড়তার ভ্রামক কাকে বলে? ১
(খ) ব্যালে ড্যান্সের ক্ষেত্রে কৌণিক ভরবেগের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) দণ্ডায়মান অবস্থায় বৃষ্টি তাদের গায়ে কত বেগে আঘাত করবে? ৩
(ঘ) চলমান অবস্থায় বৃষ্টি থেকে রক্ষা পেতে দুই বন্ধুকে একই কোণে ছাতা ধরতে হবে কিনা–গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

04. BP = 0.6 m, CQ = 0.3 m; O, 1 m, P, B, 0.6 m, Q, C, A; রাফিদ উপরের চিত্র অনুযায়ী একটি 0.2 kg ভরের বস্তু দুলাচ্ছে।
(ক) কর্মদক্ষতা কী? ১
(খ) খেলনা গাড়িতে স্প্রিং যুক্ত করার কারণ কী? ২
(গ) A বিন্দুতে বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপকের বস্তুটি শক্তির সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কিনা – গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দাও। ৪

05. পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 3.6×10^4 km উচ্চতায় বঙ্গবন্ধু স্যাটেলাইট স্থাপিত। এটি U-19 বিশ্বকাপ ক্রিকেট খেলা সম্প্রসারণের জন্য নির্ধারিত। পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6.4 \times 10^6$ m।

(ক) পার্কিং কক্ষপথ কী? ১

(খ) মহাকর্ষীয় বিভব অসীমে সর্বাধিক কিন্তু শূন্য – ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) স্যাটেলাইটের রৈখিক বেগ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত উপ-গ্রহটি U-19 বিশ্বকাপের ম্যাচগুলো সম্প্রচার করতে সক্ষম কিনা—ব্যাখ্যা কর। ৪

06. আজহার 0.3 m লম্বা এবং 10^{-6} m^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট তারের এক প্রান্তে 10 kg ভরের একটি বস্তুকে বেঁধে বৃত্তাকার পথে ঘুরাচ্ছে। তারটির উপাদানের অসহ পীড়ন 4.8×10^7 Nm^{-2}।

(ক) স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি কী? ১

(খ) সংনম্যতা আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের বিপরীত রাশি—ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) তারটির অসহ বল নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের তারটি সর্বনিম্ন কত বেগে ঘুরালে ছিঁড়ে যাবে? ব্যাখ্যা কর। ৪

07. একটি সেকেন্ড দোলক ভূ-পৃষ্ঠে সঠিক সময় দেয়। শামীম দোলকটি একটি উপগ্রহে নিয়ে গেল, যার ব্যাসার্ধ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের $\frac{1}{4}$ গুণ এবং ভর পৃথিবীর ভরের $\frac{1}{50}$ গুণ। পৃথিবীর ভর 5.99×10^{24} kg।

(ক) সেকেন্ড দোলক কী? ১

(খ) শীতকালে দোলক ঘড়ি দ্রুত না ধীরে চলে? ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) উপগ্রহটির পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) 'দোলকটি উপগ্রহের পৃষ্ঠে পৃথিবীর তুলনায় ধীরে চলে' – গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে উক্তিটির যথার্থতা যাচাই কর। ৪

08. কোনো একদিন দুপুরের তাপমাত্রা 30°C এবং আর্দ্রতা 80%। হেলেন বাসায় AC চালু করায় তাপমাত্রা 21°C নেমে এল। সেদিন শিশিরাঙ্ক ছিল 9.5°C। [30°C, 21°C, 9°C ও 10°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয়বাষ্প চাপ যথাক্রমে 28.02 mm, 20.35 mm, 8.91mm ও 9.2 mm HgP.]

(ক) শিশিরাঙ্ক কী? ১

(খ) আবদ্ধ স্থানে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে শিশিরাঙ্ক কমে না বাড়ে? ব্যাখ্যা দাও। ২

(গ) তাপমাত্রা নেমে আসায় বায়ুস্থ জলীয়বাষ্পের কত অংশ ঘনীভূত হয়? নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) হেলেন AC চালু করায় আরাম বোধ করবে কেন? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ১৫ সময়: ২০ মিনিট

01. বস্তুর আণবিক গঠন ও রাসায়নিক বিক্রিয়ার জন্য দায়ী কোন বল?
(a) মহাকর্ষ বল (b) তাড়িতচৌম্বক বল
(c) সবল নিউক্লিয় বল (d) দুর্বল নিউক্লিয় বল

02. শূন্য ভেক্টরের ক্ষেত্রে-
(i) শূন্য ভেক্টরের সুনির্দিষ্ট দিক নেই
(ii) শূন্য ভেক্টরের ক্ষেত্রে ত্বরণ থাকে
(iii) শূন্য ভেক্টরের আদি বিন্দু ও শেষ বিন্দু একই বিন্দুতে থাকে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

এ উদ্দীপক থেকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একটি স্ফেরোমিটার দ্বারা একটি কাঁচ পাতের পুরুত্ব পরিমাপকালে রৈখিক স্কেলের পাঠ 2 mm, বৃত্তাকার স্কেলের পাঠ 25 এবং পিচ 0.5 mm.

03. স্ফেরোমিটারের বৃত্তাকার স্কেলের দাগ সংখ্যা কত হবে?
(a) 50 (b) 100 (c) 150 (d) 200

04. কাঁচ পাতের পুরুত্ব কত?
(a) 2.25 mm (b) 2.25 cm (c) 0.225 mm (d) 0.225 m

05. একটি ইটের দৈর্ঘ্য 0.48 m, প্রস্থ 0.24 m এবং উচ্চতা 0.12 m। এর ভর 2.5 kg। ইটের দৈর্ঘ্যকে অনুভূমিক অবস্থান হতে উল্লম্ব অবস্থানে রাখতে কী পরিমাণ কাজ করতে হবে?
(a) 5.88 J (b) 4.41 J (c) 3.456 J (d) 1.764 J

06. একটি সেকেন্ড দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য 1% বৃদ্ধি করলে, এর দোলনকাল শতকরা কত বৃদ্ধি পাবে?
(a) 0.2% (b) 0.5% (c) 1% (d) 5%

07. মূল গড় বর্গ বেগ C এবং চাপ P এর মধ্যে সম্পর্ক হল –
(a) $C = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$ (b) $C = \sqrt{\frac{3\rho}{P}}$ (c) $C = \sqrt{\frac{P}{3\rho}}$ (d) $C = \sqrt{\frac{\rho}{3P}}$

08. কোনো স্থানে আর্দ্র ও শুষ্ক বাল্ব হাইগ্রোমিটারের সিক্ত বাল্বের তাপমাত্রা ঐ স্থানের বায়ুর তাপমাত্রার সমান হলে আপেক্ষিক আর্দ্রতার মান হবে—
(a) 0% (b) 30% (c) 70% (d) 100%

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
$\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$ তিনটি একক ভেক্টর নির্দেশ করে –

09. $\hat{i} \cdot (\hat{k} \times \hat{j}) =$ কত?
(a) 1 (b) −1 (c) 0 (d) $\hat{k}$

10. উক্ত ভেক্টর তিনটি যদি একটি ত্রিভুজের তিনবাহু একইক্রমে নির্দেশ করে তাহলে যে কোনো দুইটি ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ কত?
(a) 30° (b) 60° (c) 90° (d) 120°

উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
0.1 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর 1N বল 1s ক্রিয়া করে-

11. বস্তুটির ত্বরণ কত?
(a) 0.1 ms^{-2} (b) 5 ms^{-2} (c) 10 ms^{-2} (d) 100 ms^{-2}

12. প্রযুক্ত বল অপসারিত হলে গতিশীল বস্তুটির পরিণতি কী হবে?
(a) থেমে যাবে (b) সমবেগে চলবে
(c) সমত্বরণে চলবে (d) সমমন্দনে চলবে

13. SI এককে পীড়নের একক কোনটি?
(a) Nm (b) Nm^{-2} (c) Nm^{-1} (d) Nm^{-3}

14. কোনো হ্রদের তলদেশ থেকে পানির উপরিতলে আসায় একটি বুদবুদের ব্যাস তিনগুণ হয়। হ্রদের পানির সর্বত্র তাপমাত্রা ও ঘনত্ব সমান হলে হ্রদের গভীরতা কত?
[বায়ুর চাপ = 10^5 Nm^{-2}]
(a) 265.3 m (b) 81.63 m (c) 20.4 m (d) 9.33 m

15. কোনো বস্তুর উপর বাহ্যিক টর্কের লব্ধি শূন্য হলে –
(i) স্থির বস্তু স্থির থাকে (ii) ঘূর্ণায়মান বস্তু থেমে যাবে
(iii) ঘূর্ণায়মান বস্তু সমকৌণিক বেগে ঘুরতে থাকবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) ii (c) i, ii (d) i, iii

16. 1 rps = ?
(a) $\frac{\pi}{2}$ rad s^{-1} (b) π rad s^{-1}
(c) 2π rad s^{-1} (d) 4π rad s^{-1}

17. একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 1% বৃদ্ধি করলে উক্ত দোলকটি দিনে কত সেকেন্ড সময় হারাবে?
(a) 129.8 s (b) 258.5 s (c) 327.5 s (d) 429.8 s

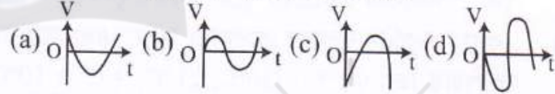
18. দ্বিপরমাণুক গ্যাসের গতিশক্তির পরিমাণ কত?
(a) $\frac{1}{2}$ KT (b) $\frac{3}{2}$ KT (c) $\frac{7}{2}$ KT (d) $\frac{5}{2}$ KT

19. m ভরের একটি বস্তু সরল ছন্দিত স্পন্দনে গতিশীল আছে। এর কৌণিক কম্পাঙ্ক হবে –
(a) $\omega = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ (b) $\omega = 2\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$
(c) $\omega = \sqrt{\frac{m}{k}}$ (d) $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

20. পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R, পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে কোনো বিন্দুর দূরত্ব r এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর মধ্যে সম্পর্ক –
(i) $g \propto r$, যখন $r < R$ হয় (ii) $g \propto \frac{1}{r^2}$, যখন $r > R$ হয়
(iii) $g \propto \frac{1}{r}$, যখন $r = R$ হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

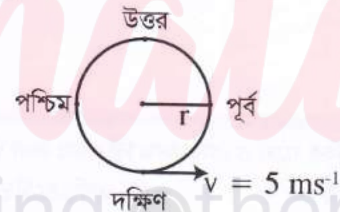
21. পয়সনের অনুপাতের মান কোনটি?
(a) $-\frac{1}{2} \leq \sigma \leq 1$ (b) $-1 \leq \sigma \leq \frac{1}{2}$
(c) $\frac{1}{2} \leq \sigma \leq 1$ (d) $1 \leq \sigma \leq 2$

22. সরল ছন্দিত স্পন্দন সম্পন্ন কোন কণার সরণের সমীকরণ x = A sin ωt হলে বেগ-সময় লেখচিত্র হবে –



23. পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে h উচ্চতায় অভিকর্ষীয় ত্বরণ $\frac{g}{4}$ হলে, কোনো বস্তু সেখানে তার ওজন হারাবে –
(a) 25% (b) 75% (c) 85% (d) 90%

24. 5 kg ভরের একটি বস্তু 5 ms^{-1} সমদ্রুতিতে 5 m ব্যাসার্ধের বৃত্ত পথে চিত্রানুযায়ী ঘুরছে। কেন্দ্রমুখী বলের দিক কোন দিকে হবে –



(a) উত্তর (b) দক্ষিণ (c) পূর্ব (d) পশ্চিম

25. 7 kg ভরের একটি বস্তু একটি স্থির বস্তুর সাথে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে লিপ্ত হলো। সংঘর্ষের পর বস্তু একই দিকে আদি বেগের এক-চতুর্থাংশ বেগ নিয়ে চলতে থাকে। স্থির বস্তুর ভর কত?
(a) 2.2 kg (b) 4.2 kg (c) 8.2 kg (d) 14.2 kg

উত্তরপত্র

01	b	02	c	03	a	04		05	b	06	b	07	a	08	d	09	b	10	c
11	c	12	b	13	b	14	a	15	d	16	c	17	d	18	d	19	d	20	a
21	b	22	a	23	a	24	a	25	b										

শর্ট সিলেবাস ২০২৩

মডেল টেস্ট-০১

পূর্ণমান: ৫০+২৫=৭৫ সময়: ৩ ঘণ্টা

সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৫০ সময়: ২ : ৩৫ মিনিট

01. চিত্রটি লক্ষ্য কর: ; $\vec{P} = 4\hat{i} + 3\hat{j}$; $\vec{Q} = 2\hat{j} + 5\hat{k}$

(ক) স্বীকার্য কী? ১
(খ) স্ফেরোমিটারের লঘিষ্ঠ ধ্রুবক 0.01 mm বলতে কী বুঝ? ২
(গ) উদ্দীপকের আলোকে θ-এর মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) ΔOAB ও ΔOBC -এর ক্ষেত্রফলের সমষ্টি সামান্তরিক OABC-এর ক্ষেত্রফলের সমান কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

02. নিচের চিত্র অনুসারে OABC একটি আয়তক্ষেত্র। এর OA এবং OB বাহু দ্বারা দুটি ভেক্টর যথাক্রমে $\vec{P} = \hat{i} - 2\hat{j} - \hat{k}$ এবং $\vec{Q} = 2\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ দ্বারা নির্দেশিত হয়েছে।

(ক) কার্লের সংজ্ঞা দাও। ১
(খ) $\hat{k} \times \hat{k}$ একটি নাল ভেক্টর।–ব্যাখ্যা কর। ২
(গ) উদ্দীপক অনুসারে ΔOAB এর ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) উদ্দীপক অনুসারে θ_1 ও θ_2 এর মধ্যে কোনটি বড় তা গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে বের কর। ৪

03. নয়ন 25g ভরের একটি পাথর খণ্ডকে 1m দীর্ঘ একটি সুতার সাহায্যে বৃত্তাকার পথে ঘুরাচ্ছে। পাথর খণ্ডটি প্রতি সেকেন্ডে 5 বার ঘুরছে। পাথরের ঘূর্ণন সংখ্যা একই রেখে সুতার দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হল। সুতা সর্বাধিক 40N বল সহ্য করতে পারে।

(ক) টর্ক কী? ১
(খ) "জড়তার ভ্রামক $50 kgm^2$" বলতে কী বোঝ? ২
(গ) প্রথম ক্ষেত্রে পাথরটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) নয়ন সুতার দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করে ঘূর্ণন সফলভাবে সম্পন্ন করতে পারবে কিনা-গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

04. পাশের বিল্ডিং-এর ছাদে $24.25 ms^{-1}$ বেগে পড়ল।

(ক) সংরক্ষণশীল বল কাকে বলে? ১
(খ) একটি আদর্শ স্প্রিং এর বল ধ্রুবক $125 Nm^{-1}$ বলতে কী বুঝায়? ২
(গ) উদ্দীপকের 'h' এর মান নির্ণয় কর। ৩
(ঘ) 'h' উচ্চতায় বিভব শক্তি গতিশক্তির সমান হবে কি না? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

05. 2m বাহুবিশিষ্ট ABCD বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্র O এবং উক্ত বিন্দুতে 1 kg ভরের বস্তু রাখা আছে। A, B, C ও D বিন্দুতে যথাক্রমে 4kg, 4kg, 2kg,ও 2kg ভরের চারটি বস্তু রাখা আছে। [$G = 6.673 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$]

(ক) মুক্তিবেগ কী? ১

(খ) মহাকর্ষীয় বিভব $12\ Jkg^{-1}$ বলতে কী বুঝ ? ২

(গ) 'O' বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) O বিন্দুতে বস্তুটি স্থির থাকবে কিনা– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

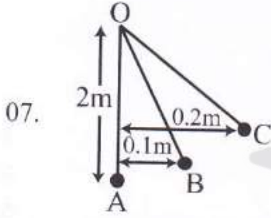
06. $1m^2$ ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট এবং 8mm পুরুত্বের স্টিল প্লেটের নিচের পৃষ্ঠ দৃঢ় অবলম্বনে আটকিয়ে উপরের পৃষ্ঠে বল প্রয়োগ করে ব্যবর্তন তৈরি করা হল। স্টিলের ব্যবর্তন গুণাঙ্ক $8 \times 10^{10} Nm^{-2}$।

(ক) কৃন্তন বিকৃতি কী? ১

(খ) টিস্যু পেপার দ্বারা পানির শোষণ ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) উদ্দীপকে উল্লিখিত প্লেটের ব্যবর্তন বিকৃতি 0.3 হলে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? ৩

(ঘ) প্লেটকে $8.5 Nsm^{-2}$ সান্দ্রতার সহগের তরলের 2mm পুরু স্তরের উপর স্থাপন করে $500 ms^{-1}$ বেগে গতিশীল করতে সমান বল প্রয়োগ করতে হবে কি? মতামত দাও। ৪

07. 

চিত্রে C বিন্দু একটি সরল দোলকের সর্বাধিক সরণ নির্দেশ করছে। ববের ভর 20 gm।

(ক) পর্যাবৃত্ত গতি কী? ১

(খ) পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য কি বিভিন্ন হতে পারে? ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) দোলকটির দোলনকাল 2.8s হলে ঐ স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ কত? ৩

(ঘ) উদ্দীপকে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা সূত্র পালিত হয় কিনা B ও C অবস্থানের ভিত্তিতে গাণিতিকভাবে মতামত দাও। ৪

08. একদিন কোনো এক স্থানের নিম্নোক্ত তথ্যাদি পাওয়া গেল: ঘরের মধ্যে: শুষ্ক বাল্বের তাপমা
এবং আর্দ্র বাল্বের তাপমাত্রা = 28°C; 32°C তাপমাত্রায় গ্লেইসারের ধ্রুবক = 1.63
24°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = 22.38 mm Hg; 26°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচা
32°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = 35.66 Hg; ঘরের বাইরে তাপমাত্রা = 14
14°C তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ = 12.0 mmHg; আপেক্ষিক আর্দ্রতা = 80%।

(ক) শিশিরাঙ্ক কী?

(খ) "কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 60%"-ব্যাখ্যা কর।

(গ) ঘরের মধ্যে শিশিরাঙ্ক বের কর। 3

(ঘ) ঐ দিন ঘরের বাইরে না ভিতরে ভেজা কাপড় দ্রুত শুকাবে? গাণিতিকভাবে যাচাই কর। 4

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

পূর্ণমান: ২৫ সময়: ২৫ মিনিট

01. সরল দোলকের সাহায্যে কোনো স্থানে g-এর মান পাওয়া গেল $10\ ms^{-2}$। ওই স্থানে g-এর প্রকৃত মান $9.81\ ms^{-2}$ হলে, পরিমাপের শতকরা ত্রুটি কত?

(a) 19.36% (b) 19% (c) 1.93% (d) 0.193%

02. কোনো গোলীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় করার জন্য কোন সমীকরণটি ব্যবহৃত হয়?

(a) $R = \frac{d^2}{6} + \frac{h}{2}$ (b) $R = \frac{d^2}{2} + \frac{h}{6}$

(c) $R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}$ (d) $R = \frac{d^2}{12} + \frac{h}{2}$

03. $\vec{P} \cdot \vec{Q} = -PQ$ হলে-

(i) $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ পরস্পর সমান্তরাল

(ii) $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ পরস্পর বিপরীতমুখী

(iii) $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর মধ্যবর্তী কোণ 0°

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

04. $\vec{A} = (px + y)\hat{i} + (y - 2z)\hat{j} + (x + 3z)\hat{k}$ ভেক্টরটি সলিনয়ডাল হবে যদি p =?

(a) 2 (b) 4 (c) 3 (d) −4

05. একই পাদবিন্দু বিশিষ্ট ভেক্টরসমূহকে কী বলে?

(a) সমতলীয় ভেক্টর (b) সমরেখ ভক্টর

(c) সম-প্রারম্ভিক ভেক্টর (d) সীমাবদ্ধ ভেক্টর

নিচের চিত্রটি লক্ষ্য কর এবং পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:



06. সংঘর্ষের ফলে বস্তুদ্বয় মিলিত হলে মিলিত বেগ কত হবে?
(a) $\frac{5}{3}ms^{-1}$ (b) $\frac{7}{3}ms^{-1}$ (c) $\frac{8}{3}ms^{-1}$ (d) $\frac{10}{3}ms^{-1}$

07. সমকৌণিক বেগে আবর্তনরত কোনো দৃঢ় বস্তুর গতিশক্তি ও জড়তার ভ্রামকের অনুপাত-
(a) কৌণিক বেগের সমানুপাতিক
(b) কৌণিক বেগের বর্গের সমানুপাতিক
(c) রৈখিক বেগের সমানুপাতিক
(d) রৈখিক বেগের বর্গের সমানুপাতিক

08. সাইকেলের বেগ ও চাকার ঘর্ষণের মধ্যবর্তী কোণ কত?
(a) 0° (b) 90° (c) 180° (d) 360°

09. নিচের কোনটি শক্তির একক নয়?
(a) kW-h (b) N-m (c) $kg\ ms^{-1}$ (d) W-s

10. ভূমির সাথে 30° কোণে আনত 5m দীর্ঘ একটি ঢালু পথে 100 gm ভরবিশিষ্ট একটি বস্তু যে গতিশক্তি প্রাপ্ত হবে–
(a) 0.49 J (b) 0.848 J (c) 1.225 J (d) 2.45 J

11. কোনো বল কর্তৃক কৃতকাজ–
(i) বল এবং সরণের ডটগুণন (ii) ভর × ত্বরণ
(iii) গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

12. পৃথিবী পৃষ্ঠে কোনো বস্তুর ভর 60 kg হলে চাঁদে ওই বস্তুর ভর কত? [চাঁদের অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর $\frac{1}{6}$ গুণ।]
(a) 10 kg (b) 20 kg (c) 60 kg (d) 360 kg

13. কেপলারের ৩য় সূত্রের নাম কোনটি?
(a) কক্ষপথের সূত্র (b) ক্ষেত্রফলের সূত্র
(c) পর্যায়কালের সূত্র (d) হারমোনিক সূত্র

14. অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের পরিবর্তন ঘটে–
(i) উচ্চতার জন্য (ii) পৃথিবীর কক্ষপথের ঘূর্ণনের জন্য
(iii) পৃথিবীর নিজ অক্ষে ঘূর্ণনের জন্য
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

15. কোনো তারের অসহ পীড়ন নির্ভর করে তারের-
(a) ব্যাসার্ধের ওপর (b) দৈর্ঘ্যের ওপর
(c) উপাদানের ওপর (d) প্রস্থচ্ছেদের আকৃতির ওপর

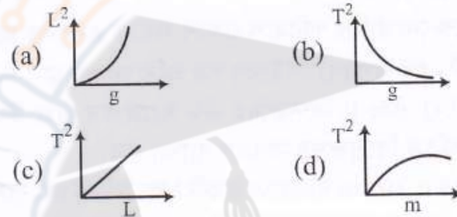
16. কোনো দোলক ঘড়ির পর্যায়কাল গ্রীষ্মকালে 2.002 sec হয়। ঘড়িটি ঘণ্টায় কত সেকেন্ড স্লো হবে?
(a) 2.5s (b) 3.6s (c) 4.5s (d) 6.6s

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
100cm দীর্ঘ এবং $1 \times 10^{-2}cm^2$ প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একটি তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $1.24 \times 10^{11}Nm^{-2}$। একে টেনে 0.2 cm বৃদ্ধি করা হলো।

17. কতটুকু কাজ সম্পন্ন হবে?
(a) 0.114J (b) 0.124J (c) 0.248J (d) 0.288J

18. এক্ষেত্রে –
(i) বিকৃতি= 0.002 (ii) পীড়ন = $2.48 \times 10^8 Nm^{-2}$
(iii) পীড়ন ∝ বিকৃতি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

19. নিচের কোন লেখচিত্রটি সরল দোলকের তৃতীয় সূত্রকে প্রকাশ করে?



20. সরল ছন্দিত স্পন্দনের বৈশিষ্ট্য নয় কোনটি?
(a) কণার সরণ সাইনের বা কোসাইনের অপেক্ষক
(b) বলের দিক সাম্যবিন্দু অভিমুখী
(c) সাম্যবিন্দুতে গতিশক্তি সবচেয়ে কম
(d) ত্বরণের মান সরণের বিপরীতমুখী

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
20°C তাপমাত্রায় একটি গ্যাসের চাপ স্থির রেখে এর আয়তন দ্বিগুণ করা হলো।

21. উদ্দীপকটি নিচের কোন সূত্র কে সমর্থন করে?
(a) বয়েলের সূত্র (b) চার্লস এর সূত্র
(c) চাপের সূত্র (d) অ্যাভোগ্যাড্রোর সূত্র

22. গ্যাসটির চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত?
(a) −273°C (b) 300°C (c) 313°C (d) 586°C

23. S.T.P তে 2 mole আদর্শ গ্যাসের গতিশক্তি কত হবে? $[R = 8.31\ J\ mole^{-1}]$
(a) 1300 J (b) 2700J (c) 3403J (d) 6806J

24. শিশির হচ্ছে–
(a) পানির ফোঁটা (b) তাপমাত্রা
(c) তাপ (d) আর্দ্রতা

25. $PV = \frac{1}{3}mNc^2$ সমীকরণে c –
(a) গড় বেগ (b) গড় বর্গ বেগ
(c) মূল গড় বর্গবেগ (d) আলোর বেগ

উত্তরপত্র

01	c	02	c	03	a	04	d	05	c	06	a	07	b	08	c	09	c	10	d
11	b	12	c	13	c	14	b	15	c	16	c	17	c	18	d	19	b	20	c
21	b	22	c	23	d	24	a	25	c										

শর্ট সিলেবাস ২০২৩

মডেল টেস্ট-০২

পূর্ণমান: ৫০+২৫=৭৫ সময়: ৩ ঘণ্টা

সৃজনশীল প্রশ্ন

পূর্ণমান: ৫০ সময়: ২ : ৩৫ মিনিট

01. ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় তিনটি বিন্দুর স্থানাঙ্ক যথাক্রমে $P(1,2,-1), Q(-2,1,1)$ এবং $R(3,1,-2)$, যেখানে, $\vec{P}, \vec{Q}$ এবং $\vec{R}$ প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে বিন্দু তিনটির অবস্থান ভেক্টর নির্দেশ করে।
   - (ক) পিচ কাকে বলে? ১
   - (খ) কোনো রাশির পরিমাপ প্রকাশ করতে এককের প্রয়োজন হয় কেন? ২
   - (গ) $\vec{P}$ -এর ওপর $\vec{Q}$ ভেক্টরের লম্ব অভিক্ষেপের মান নির্ণয় কর। ৩
   - (ঘ) P, Q এবং R বিন্দুত্রয়ের ক্রম সংযোজন দ্বারা উৎপন্ন ভেক্টরগুলো দ্বারা গঠিত ক্ষেত্র একটি সমকোণী ত্রিভুজ গঠন করে কিনা তা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

02. 5 kg ভর ও 30 cm ব্যাসার্ধের একটি চাকা মিনিটে 60 বার ঘুরছে। চাকাটিকে 5 sec এ থামানোর জন্য 0.45N-m টর্ক প্রয়োগ করা হলো।
   - (ক) একক ভেক্টর কাকে বলে? ১
   - (খ) একই ক্রমে ক্রিয়াশীল তিনটি ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে- ব্যাখ্যা কর। ২
   - (গ) চাকাটির কৌণিক ভরবেগ নির্ণয় কর। ৩
   - (ঘ) উদ্দীপকে উল্লিখিত সময়ে চাকাটিকে থামানো যাবে কিনা যাচাই কর। ৪

03. একটি পানিপূর্ণ কুয়ার গভীরতা 20m ও ব্যাস 2m। কুয়াটিকে পানিশূন্য করার জন্য 5HP এর একটি পাম্প লাগানো হল। অর্ধেক পানি তোলার পর পাম্পটি নষ্ট হয়ে গেল। বাকি পানি তোলার জন্য একই ক্ষমতাসম্পন্ন আর একটি পাম্প লাগানো হল।
   - (ক) দ্বন্দ্ব কী? ১
   - (খ) ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে জড়তার ভ্রামক বস্তুর ভরের সমতুল্য– ব্যাখ্যা কর। ২
   - (গ) প্রথম পাম্প দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
   - (ঘ) প্রথম ও দ্বিতীয় পাম্প দ্বারা পানি তুলতে একই সময় লাগবে কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

04. একটি মহাজাগতিক বস্তুর ব্যাসার্ধ ও ভর যথাক্রমে 3.2×10^6m এবং 4×10^{24}kg । মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $G = 6.673 \times 10^{-11}\text{Nm}^2\text{kg}^{-2}$। একটি ধূমকেতুর আঘাতে মহাজাগতিক বস্তুটি আটটি সমান খণ্ডে বিভক্ত হল।
   - (ক) কাজ-শক্তি উপপাদ্যটি বিবৃত কর। ১
   - (খ) কোনো বস্তু কীভাবে স্থিতিশক্তি অর্জন করে? ব্যাখ্যা দাও। ২
   - (গ) মহাজাগতিক বস্তুর পৃষ্ঠে মধ্যাকর্ষণজনিত ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩
   - (ঘ) প্রতিটি খণ্ডের মুক্তিবেগ মূল বস্তুটির মুক্তিবেগের এক অষ্টমাংশ হবে কিনা যাচাই কর। ৪

05. একটি 250N ওজনের ভারী সুষম ধাতব বার XY সমান দৈর্ঘ্যের দুটি তার A ও B দ্বারা অনুভূমিক তলে ঝুলানো আছে। যা চিত্রে দেখানো হয়েছে (অসম্প্রসারিত অবস্থা)। প্রতিটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $2.5 \times 10^{-7}\text{m}^2$, B তারের দৈর্ঘ্য বিকৃতি 2.5×10^{-4}, A তারের 0.8m পিতলের, বাকী 1.2m স্টিলের।
স্টিলের ইয়ং এর গুণাঙ্ক $= 2 \times 10^{11}$Pa
পিতলের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক $= 1 \times 10^{11}$Pa

0.8 m পিতল A স্টিল 1.2 m B পিতল X Y 250 N

   - (ক) পার্কিং কক্ষপথ কী? ১
   - (খ) কোনো গ্রহের মুক্তিবেগ ওই গ্রহের ব্যাসার্ধের ওপর নির্ভরশীল কিনা- ব্যাখ্যা কর। ২
   - (গ) B তারের একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর। ৩
   - (ঘ) বারের কোন প্রান্ত বেশি নিচু হবে, যাচাই কর। ৪

06. ভূ-পৃষ্ঠে একটি সরল দোলকের দোলনকাল 2 sec এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ $9.81\ ms^{-2}$। 8.85 km উঁচু পাহাড়ের (A) নিকটবর্তী অপর একটি পাহাড় B-তে নিয়ে সরল দোলককে দোলালে তা এক ঘণ্টায় 1780 টি পূর্ণ দোলন সম্পন্ন করে।

(ক) কৈশিকতা কাকে বলে? ১

(খ) কাঁচের তৈরি কৈশিক নলের মধ্যে দিয়ে পানির উপরে উঠার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) সরল দোলকটির কার্যকর দৈর্ঘ্য কত? ৩

(ঘ) B পাহাড়টির উচ্চতা A পাহাড়ের তুলনায় বেশি উঁচু কিনা- গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

07. একটি হ্রদের তলদেশ ও পৃষ্ঠের পানির তাপমাত্রা যথাক্রমে 8°C ও 30°C। 2L আয়তনবিশিষ্ট একটি বায়ুপূর্ণ বেলুন হ্রদের তলদেশ হতে ছেড়ে দেয়া হলো। বেলুনটির সর্বোচ্চ প্রসারণ সক্ষমতা 15L। হ্রদের পৃষ্ঠে বায়ুমণ্ডলের চাপ $10^5 Nm^{-2}$, হ্রদের গভীরতা 15m এবং পানির ঘনত্ব $1000\ kgm^{-3}$।

(ক) সরল ছন্দিত স্পন্দন গতির সংজ্ঞা দাও। ১

(খ) একই স্প্রিং ধ্রুবকবিশিষ্ট দুটি স্প্রিংকে সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করলে সমবায়ের স্প্রিং ধ্রুবক পরিবর্তন হবে কি না? ব্যাখ্যা কর। ২

(গ) বেলুনে আবদ্ধ বায়ুর অণুসমূহের গতিশক্তির পরিবর্তন নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) বেলুনটি হ্রদের পৃষ্ঠে এসে বিস্ফোরিত হওয়ার সম্ভাবনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

08. 30°C তাপমাত্রায় এবং 2 atm চাপে একটি বেলুনের মধ্যে 24 gm অক্সিজেন গ্যাস আছে। এক মৌল অক্সিজেনের ভর 32 gm, অপরদিকে কোনো একটি পুকুরের উপরিদেশে বায়ুমণ্ডলের চাপ 1.5 atm, পানির ঘনত্ব $1050\ kgm^{-3}$ ও গভীরতা 20m এবং অন্য একটি পুকুরের উপরিদেশে বায়ুমণ্ডলের চাপ 1.2 atm, পানির ঘনত্ব $1000 kgm^{-3}$ ও গভীরতা 25 m।

[$1\ atm = 1.013 \times 10^5 Pa, R = 8.314\ Jmol^{-1}K^{-1}$ এবং $g = 9.8\ ms^{-2}$]

(ক) স্বাধীনতার মাত্রা কী? ১

(খ) মেঘলা রাত অপেক্ষা মেঘহীন রাতে বেশি শিশির জমে কেন? ২

(গ) উদ্দীপকের বেলুনের গ্যাসের আয়তন নির্ণয় কর। ৩

(ঘ) উদ্দীপকের কোনো পুকুরের তলদেশে গ্যাস ভর্তি বেলুনের আয়তন কম হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

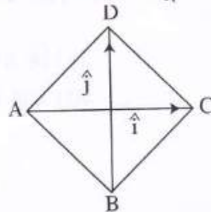
পূর্ণমান: ২৫ সময়: ২৫ মিনিট

01. কোন দুটি ভৌত জগতের উপাদান?
(a) সময় ও ত্বরণ (b) ভর ও স্থান
(c) স্থান ও বেগ (d) ভর ও তাপমাত্রা

02. $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ সমীকরণে r- এর মান পরিমাপে যদি 2% ত্রুটি হয়, তবে V নির্ণয়ে ত্রুটি হবে—
(a) 1% (b) 2% (c) 4% (d) 6%

03. 1MeV এর সমতুল্য হল —
(a) 1.6×10^{-22} J (b) 1.6×10^{-19} J
(c) 1.6×10^{-16} J (d) 1.6×10^{-13} J

নিচের চিত্রের আলোকে পরবর্তী দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



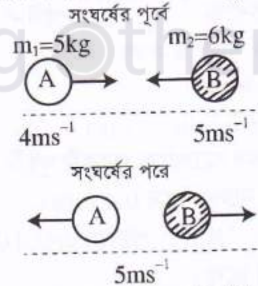
চিত্রে কর্ণদ্বয় হচ্ছে $\overrightarrow{AC} = \hat{i}$ ও $\overrightarrow{BD} = \hat{j}$

04. $\overrightarrow{AB}$ ভেক্টরের সঠিক রূপ কোনটি?
(a) $\frac{\hat{i}+\hat{j}}{4}$ (b) $\frac{\hat{i}-\hat{j}}{2}$ (c) $\frac{\hat{i}+\hat{j}}{2}$ (d) $\frac{\hat{j}-\hat{i}}{2}$

05. ABCD সামান্তরিকটির ক্ষেত্রফল কত?
(a) 0.5 বর্গ একক (b) 1.0 বর্গ একক
(c) 1.5 বর্গ একক (d) 2.0 বর্গ একক

06. Y- অক্ষের সাথে $\vec{r} = 4\hat{i} - 4\hat{k}$ ভেক্টরের উৎপন্ন কোণ হবে–
(a) 0° (b) 45° (c) 90° (d) 180°

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:



A ও B বস্তুদ্বয় পরস্পরের বিপরীত দিকে একই রেখা বরাবর চলে সংঘর্ষ ঘটায়। সংঘর্ষের পর তারা নিজ নিজ গতিপথের বিপরীত দিকে চলছে।

07. সংঘর্ষের পর B বস্তুর বেগ কত?
(a) $2.50ms^{-1}$ (b) $4.17ms^{-1}$
(c) $5.83ms^{-1}$ (d) $12.50ms^{-1}$

08. উপরোক্ত সংঘর্ষের ক্ষেত্রে –

(i) ভরবেগ সংরক্ষিত হবে (ii) গতিশক্তি সংরক্ষিত হবে

(iii) সংঘর্ষটি অস্থিতিস্থাপক হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

09. একটি চাকার ভর 6kg এবং কোনো অক্ষ সাপেক্ষে চক্রগতির ব্যাসার্ধ 30 cm। চাকাটিতে $3 rads^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টি করতে কত মানের টর্ক প্রয়োগ করতে হবে?

(a) 1.62 Nm (b) 1.8 Nm

(c) 16.2 Nm (d) 18 Nm

10. কাজের অভিকর্ষীয় একক-

(a) kgm (b) Nm (c) Nm^2 (d) $kg-m^2$

11. ভরবেগ ও গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক-

(i) $K = \frac{\vec{p}\cdot\vec{p}}{2m}$ (ii) $K = \frac{p^2}{2m}$ (iii) $K = \frac{\vec{p}\times\vec{p}}{2m}$

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

12. স্প্রিং ধ্রুবকের একক কোনটি?

(a) Nm^2 (b) Nm (c) Nm^{-1} (d) Nm^{-2}

13. 1kg ভরের দুটি বস্তুকে পরস্পর হতে 1m দূরে স্থাপন করলে তারা পরস্পরকে যে বল দ্বারা আকর্ষণ করে তার মান হল–

(a) 1N (b) $6.67 \times 10^{-7} Nm^2kg^{-2}$

(c) $6.67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$

(d) $6.67 \times 10^{-11} N$

14. কোনো একটি কাল্পনিক গ্রহের ভর এবং ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি করলে উক্ত গ্রহের পৃষ্ঠ হতে মুক্তিবেগ–

(i) বাড়তে পারে (ii) কমতে পারে

(iii) অপরিবর্তিত থাকতে পারে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

15. G -এর মাত্রা কোনটি ?

(a) $L^3 T^{-2} M^2$ (b) $L^2 T^{-2} M^{-1}$

(c) $L^3 T^{-2} M^{-2}$ (d) $L^3 T^{-2} M^{-1}$

16. অভিন্ন একক ও মাত্রার জোড়া হচ্ছে-

(i) কাজ ও পৃষ্ঠশক্তি (ii) পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তি

(iii) অনুভূমিক পাল্লা ও সরণ

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি কৈশিক নলের ব্যাস 0.4 mm।

একে $72 \times 10^{-3} Nm^{-1}$ পৃষ্ঠটান এবং $10^3 kgm^{-3}$ ঘনত্বের পানিতে ডুবানো হলো।

17. নলের কত উচ্চতায় পানি উঠবে?

(a) 7.3469 m (b) 0.73469 m

(c) 0.073469 m (d) 0.00734 m

18. ব্যাসার্ধ দ্বিগুণ হলে নলের কত উচ্চতায় পানি উঠবে?

(a) 0.00367 m (b) 0.03673 m

(c) 0.3673 m (d) 3.673 m

19. দোলক ঘড়ি-

(i) পাহাড়ের ওপর ধীরে চলে

(ii) বিষুব অঞ্চল থেকে মেরু অঞ্চলে নিলে এটি ধীরে চলে

(iii) গ্রীষ্মকালের চেয়ে শীতকালে দ্রুত চলে

নিচের কোনটি সঠিক?

(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii

20. সরল ছন্দিত কোনো কণার ব্যবকলনীয় সমীকরণ $4\frac{d^2x}{dt^2} + 64x = 0$ হলে, কৌণিক বেগ কত?

(a) $64 rads^{-1}$ (b) $16 rads^{-1}$

(c) $8 rads^{-1}$ (d) $4 rads^{-1}$

21. সরল দোলকের জন্য L বনাম T^2 লেখচিত্রের প্রকৃতি নিচের কোনটি সঠিক ?

(a) (b)

(c) (d)

22. মেঘমুক্ত দিনে দুপুরের আগেই শিশির তিরোহিত হয় কেন?

(a) দিনের আলোর তীব্রতা বৃদ্ধি পায়

(b) আপেক্ষিক আর্দ্রতা বৃদ্ধি পায়

(c) তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে বায়ু অসম্পৃক্ত হয়

(d) বাষ্পায়নের হার হ্রাস পায়

23. দুটি গ্যাস A এবং B-এর ঘনত্বের অনুপাত 1 : 2। তাদের চাপ P, তাপমাত্রা T। এক্ষেত্রে তাদের rms বেগের অনুপাত কত?

(a) 1 : 1 (b) 1 : 4 (c) $\sqrt{2}$: 1 (d) 2 : 1

24. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে অণুগুলোর গড় বর্গবেগ–

(a) হ্রাস পায় (b) বৃদ্ধি পায়

(c) অপরিবর্তিত থাকে

(d) কখনও হ্রাস পায় কখনও বৃদ্ধি পায়

25. একটি আদর্শ গ্যাসের স্থির তাপমাত্রায় চাপ দ্বিগুণ করা হলে এর আয়তন–

(a) 4 গুণ হবে (b) দ্বি-গুণ হবে

(c) অর্ধেক হবে (d) এক-চতুর্থাংশ

উত্তরপত্র

01	b	02	d	03	d	04	b	05	a	06	c	07	a	08	b	09	a	10	b
11	a	12	c	13	d	14	d	15	d	16	c	17	c	18	b	19	c	20	d
21	b	22	c	23	c	24	b	25	c										

উদ্ভাস-এর ঢাকার শাখাসমূহ

শাখা	ফোন নং	ঠিকানা
মিরপুর	০১৭১৩২৩৬৭০৫	প্লট-৪ (৪র্থ তলা), ব্লক-বি, সেকশন-৬ (শেরেবাংলা স্টেডিয়ামের ৫নং গেটের বিপরীতে)।
রূপনগর	০১৭১৩২৩৬৭৩৪	বাড়ী নং-২০ (৪র্থ তলা), রোড নং-১২, রূপনগর, মিরপুর।
ক্যান্টনমেন্ট	০১৭১৩২৩৬৭২৪	সিবি ২১১/৪, কচুক্ষেত মেইন রোড, ঢাকা ক্যান্টনমেন্ট (বেসিক ব্যাংক-এর ৪র্থ তলা)।
ফার্মগেট	০১৭১৩২৩৬৭১১	মালেক টাওয়ার (৬ষ্ঠ তলা, ২য় লিফটের ৫), ফার্মগেট (ফার্মগেট পুলিশ বক্সের বিপরীতে)।
	০১৭১৩২৩৬৭১০	৭৮ গ্রীন রোড (২য় তলা) হোটেল গ্রীন প্যালেস-এর পাশের বিল্ডিং।
	০১৭৮৭৬৮৭৫০১	কনকর্ড টাওয়ার (৫ম তলা) ফার্মগেট পুলিশ বক্সের বিপরীতে।
মোহাম্মদপুর	০১৭১৩২৩৬৭০১	বাড়ী নং-১৪/১৭ (২য় তলা), ইকবাল রোড, মোহাম্মদপুর (পোস্ট অফিসের গলি)।
সাইন্স ল্যাব.	০১৭১৩২৩৬৭০৬	হ্যাপী আর্কেড শপিং মল (৩য় তলা), বাড়ী নং- ৩, রোড নং- ৩ মিরপুর রোড, ধানমন্ডি।
বকশিবাজার	০১৭১৩২৩৬৭১২	হেলিকন সেন্টার (৪র্থ তলা), ১৯/১, ১৯/২ (১৮ তলা ভবন), বকশিবাজার মোড় (ঢাকা মেডিকেল কলেজ সংলগ্ন)।
লক্ষীবাজার	০১৭১৩২৩৬৭২০	১৫, লক্ষীবাজার (৪র্থ তলা), সেন্ট গ্রেগরী স্কুলের বিপরীতে, পুরান ঢাকা।
যাত্রাবাড়ী	০১৭১৩২৩৬৭১৯	বাড়ী নং-১০১, শহীদ ফারুক সড়ক (৩য় তলা), যাত্রাবাড়ী (অগ্রণী ব্যাংকের পাশের বিল্ডিং)।
দনিয়া	০১৭১৩২৩৬৭১৮	বাড়ী নং-৫৯৪ (২য় তলা), দনিয়া বাজার রোড, দনিয়া (দনিয়া মাজার-এর পাশের বিল্ডিং)।
ডেমরা (কোনাপাড়া)	০১৭১৩২৩৬৭৫৭	আজিজ টাওয়ার (৩য় তলা), ফার্মের মোড়, কোনাপাড়া, ডেমরা (UCB ব্যাংকের উপরে)।
বনশ্রী	০১৭১৩২৩৬৭২৩	বাড়ী নং-১৩, ব্লক-বি (৪র্থ তলা), রামপুরা (মেইন রোড, বনশ্রী প্রজেক্ট)।
বাসাবো	০১৭১৩২৩৬৭২২	বাড়ী নং-১১৪/এ (২য় তলা), সবুজবাগ, বাসাবো (বৌদ্ধ মন্দির-এর বিপরীতে)।
খিলগাঁও	০১৭১৩২৩৬৭৬৮	বাড়ি নং ১৪১৪/১/এ ন্যাশনাল আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজের ১নং বিল্ডিং গেইট এর বিপরীতে।
মতিঝিল	০১৭১৩২৩৬৭০৮	বাড়ী নং-১৬৭, ইডেন বিল্ডিং (২য় তলা), মতিঝিল (নটর ডেম কলেজের বিপরীতে)।
শান্তিনগর	০১৭১৩২৩৬৭০৩	১ নং সিদ্ধেশ্বরী লেন, মৃধা ভবন (৪র্থ তলা, লিফটের ৩), শান্তিনগর (সিদ্ধেশ্বরী গার্লস স্কুলের পূর্ব পাশে)।
মালিবাগ	০১৭১৩২৩৬৭০২	হোসাফ শপিং কমপ্লেক্স (৪র্থ তলা), মালিবাগ মোড় (মেডিনোভা ডায়াগনস্টিক সেন্টার বিল্ডিং)।
টংগী	০১৭১৩২৩৬৭৫৯	হোল্ডিং- ১৮৬/৯, এস. এস. একাডেমী রোড (২য় তলা), আউচপাড়া, টংগী।
উত্তরা	০১৭১৩২৩৬৭০৭	সেক্টর নং-৬, রোড নং-১২, হাউজ নং-৭ (৫ম তলা), হাউজ বিল্ডিং, উত্তরা।
সাভার	০১৭১৩২৩৬৭২১	বি-২ জালেশ্বর, ওয়াইএমসিএ বিল্ডিং, রেডিও কলোনী, সাভার, (সিঙ্গার শো-রুম এর ২য় তলা)।

উদ্ভাস-এর ঢাকার বাইরের শাখাসমূহ

গাজীপুর	০১৭১৩২৩৬৭৪৬	ও কে টাওয়ার, স্বপ্ন শপিং এর ৩য় তলা (সরকারি মহিলা কলেজের উত্তর পার্শ্বে), জয়দেবপুর।
নারায়ণগঞ্জ	০১৭১৩২৩৬৭১৭	এলাহী ভিলা, ৩৯/এ (২য় তলা), আল্লামা ইকবাল রোড (জামে মসজিদের দক্ষিণে), চাষাড়া।
ময়মনসিংহ	০১৭১৩২৩৬৭১৬	বাড়ী নং-১৯/এ (২য় তলা), সাহেব আলী রোড, নতুন বাজার, ময়মনসিংহ।
ময়মনসিংহ (কে.বি.)	০১৭১৩২৩৬৭৬৯	বাড়ী নং-৯৯ সরকার প্লাজা (২য় তলা), কেওয়াটখালি, ওয়াপদা মোড়, কে.বি. ইসমাইল রোড।
জামালপুর	০১৭১৩২৩৬৭৪০	বাড়ী নং- ৪৮ (৩য় তলা), আমলাপাড়া (জিলা স্কুল-এর বিপরীতে), জামালপুর।
শেরপুর	০১৭১৩২৩৬৭৪৯	বাড়ী নং-২৫১, ওয়ালটন প্লাজা (২য় তলা), খরমপুর, শেরপুর।
কিশোরগঞ্জ	০১৭১৩২৩৬৭৩৯	বুলবুল ভিলা (৩য় তলা), বকুলতলা মোড়, খরমপট্টি, কিশোরগঞ্জ।
নেত্রকোণা	০১৭১৩২৩৬৭৬৭	বাড়ী নং-৬৪১ (৩য় তলা), পৌরসভার বিপরীতে, নেত্রকোণা।
নরসিংদী	০১৭১৩২৩৬৭৩৮	বাড়ী নং-২০৫/০৪, নুসরাত ভিলা (২য় তলা), বালুর মাঠ, পশ্চিম ব্রাহ্মন্দী, নরসিংদী।
ব্রাহ্মণবাড়িয়া	০১৭১৩২৩৬৭৪৩	বাড়ী নং- ৯৬৩, খালেক মঞ্জিল (২য় তলা), মৌলভীপাড়া, ব্রাহ্মণবাড়িয়া।
সিলেট	০১৭১৩২৩৬৭২৯	জুবায়ের বাণিজ্যিক ভবন (২য় তলা), চৌহাট্টা (সিভিল সার্জন কার্যালয়-এর বিপরীতে)।
টাঙ্গাইল	০১৭১৩২৩৬৭৩৭	বাড়ী নং-২৮৭, জেলা সদর রোড, আকুরটাকুর পাড়া, টাঙ্গাইল (ধলেশ্বরী হাসপাতাল-এর ৪র্থ তলা)।
সিরাজগঞ্জ	০১৭১৩২৩৬৭৪২	বাড়ী নং- ৪, এস কে ভবন (৪র্থ তলা), বিএ কলেজ রোড (কাগজ বিতান সংলগ্ন), সিরাজগঞ্জ।
পাবনা	০১৭১৩২৩৬৭৩৬	আলিয়া মাদ্রাসা মার্কেট (২য় তলা), রাধানগর, পাবনা।
কুষ্টিয়া	০১৭১৩২৩৬৭৩৫	বাড়ী নং-৩/১ (২য় তলা), বিচারপতি মাহবুব মোর্শেদ সড়ক, পেয়ারাতলা, কুষ্টিয়া।
ঝিনাইদহ	০১৭১৩২৩৬৭৬১	কে সি কলেজের পশ্চিমে (এস এ পরিবহন সংলগ্ন), ঝিনাইদহ।
চুয়াডাঙ্গা	০১৭১৩২৩৬৭৬৪	বাড়ী নং- ২৯৫৭ (৩য় তলা), কলেজ রোড (গণপূর্ত অফিসের সামনে), চুয়াডাঙ্গা।
রাজশাহী	০১৭১৩২৩৬৭১৩	বাড়ী নং-১৫৪/২ (৩য় তলা), কাদিরগঞ্জ (নগর ভবনের পশ্চিম পাশে), রাজশাহী।
নওগাঁ	০১৭১৩২৩৬৭৫৬	আফিয়া গার্ডেন (৩য় তলা), কেডি মোড়ের উত্তর পার্শ্বে (পিএম স্কুল সংলগ্ন), উকিল পাড়া, নওগাঁ।
নাটোর	০১৭১৩২৩৬৭৫১	কাজী টাওয়ার (৪র্থ তলা), বই পট্টি, স্টেশন রোড, আলাইপুর, নাটোর।
চাঁপাইনবাবগঞ্জ	০১৭১৩২৩৬৭৪৭	বাড়ী নং-৫২, গাবতলা মোড় (নর্থ ব্রীজ স্কুলের ৪র্থ তলা), চাঁপাইনবাবগঞ্জ।
বগুড়া	০১৭১৩২৩৬৭২৭	বাড়ী নং-২৯২/৩০৪, ফজল কটেজ (২য় তলা), জলেশ্বরীতলা (কালী মন্দির সংলগ্ন), বগুড়া।
জয়পুরহাট	০১৭১৩২৩৬৭৫৪	প্রফেসর পাড়া, সূর্যের হাসি ক্লিনিক এর ৪র্থ তলা, জয়পুরহাট।
গাইবান্ধা	০১৭১৩২৩৬৭৫৫	আরশী প্লাজা (৩য় তলা), ডাক বাংলো মোড়, ডিবি রোড, গাইবান্ধা।
রংপুর	০১৭১৩২৩৬৭২৬	বাড়ী নং-৩৭ (৪র্থ তলা), মেডিকেল মোড় (রংপুর ক্যান্ট. পাবলিক কলেজ গেটের বিপরীতে)।
কুড়িগ্রাম	০১৭১৩২৩৬৭৫৩	এম আর জেড প্লাজা (২য় তলা), ঘোষ পাড়া (সেবা ক্লিনিক-এর সামনে), কুড়িগ্রাম।
সৈয়দপুর	০১৭১৩২৩৬৭৪১	বাড়ী নং- ২০২ (৩য় তলা), দিনাজপুর রোড, নতুন বাবু পাড়া (সিঙ্গার শো-রুমের উপরে)।
দিনাজপুর	০১৭১৩২৩৬৭৩৩	নার্গিস প্লাজা (৩য় তলা), চারুবাবুর মোড় (সেবা ফার্মেসীর উপরে), দিনাজপুর।
ঠাকুরগাঁও	০১৭১৩২৩৬৭৪৮	ইসলাম প্লাজার পশ্চিম পার্শ্বে, আলিম এন্টারপ্রাইজের (৩য় তলা) আমতলী মোড়।
মানিকগঞ্জ	০১৭১৩২৩৬৭৬৩	মানিকগঞ্জ প্লাজা (২য় তলা), শহীদ রফিক সড়ক, মানিকগঞ্জ।
ফরিদপুর	০১৭১৩২৩৬৭৩২	বাড়ী নং-৫৫ (২য় তলা), সারদা সুন্দরী মহিলা কলেজ রোড (অম্বিকা সড়ক), ঝিলটুলি।
গোপালগঞ্জ	০১৭১৩২৩৬৭৬০	হোল্ডিং- ২৮১/৩ (৪র্থ তলা), বটতলা, গোপালগঞ্জ।
মাগুরা	০১৭১৩২৩৬৭৫২	বাড়ী নং- ৪৫/৪৬ (৩য় তলা), কাউন্সিল পাড়া (পৌরসভার পিছনে), মাগুরা।
যশোর	০১৭১৩২৩৬৭৩১	মতি শপিং কমপ্লেক্স (৩য় তলা), জজ কোর্ট মোড় (প্রেস ক্লাবের পাশের বিল্ডিং), যশোর।
খুলনা	০১৭১৩২৩৬৭১৫	বাড়ী নং-৪৬/১ (৫ম তলা), মশিউর রহমান রোড, শান্তিধাম মোড়, খুলনা।
সাতক্ষীরা	০১৭১৩২৩৬৭৫০	সরকারি কলেজ রোড (২য় তলা), মুনজিতপুর (করিম মেসের বিপরীতে), সাতক্ষীরা।
বরিশাল	০১৭১৩২৩৬৭৩০	বাড়ী নং-৩১/৩২, রোজ-বে (নিচ তলা), উত্তর আলেকান্দা, বগুড়া রোড, বটতলা, বরিশাল।
মুন্সিগঞ্জ	০১৭১৩২৩৬৭৬২	বাড়ী নং-৫৪/১ (৩য় তলা), বঙ্গবন্ধু সড়ক (কাচারি চত্বর), শিল্পকলার দক্ষিণ পাশে, মুন্সীগঞ্জ।
কুমিল্লা	০১৭১৩২৩৬৭২৮	বাড়ী নং-২০৩/১৮৭, গার্ডেন সিটি (৪র্থ তলা), ঝাউতলা, (পুলিশ লাইন মোড় সংলগ্ন), কুমিল্লা।
চাঁদপুর	০১৭১৩২৩৬৭৬৫	দোহা প্লাজা (৩য় তলা), স্টেডিয়াম রোড, চাঁদপুর।
ফেনী	০১৭১৩২৩৬৭৪৪	শাহজাহান টাওয়ার (২য় তলা), মিজান রোড-এর মাথায় (সোনালী ব্যাংকের পশ্চিম পাশে), ট্রাংক রোড, ফেনী।
নোয়াখালী	০১৭১৩২৩৬৭৪৫	বাড়ী নং ২০৮, আলিফ প্লাজা (৪র্থ তলা), পৌর বাজার (কৃষি ব্যাংকের উপরে), প্রধান সড়ক, মাইজদী কোর্ট, নোয়াখালী।
চট্টগ্রাম (চকবাজার)	০১৭১৩২৩৬৭১৪	গুলজার টাওয়ার (৪র্থ তলা), গুলজার মোড়, চকবাজার, চট্টগ্রাম।
চট্টগ্রাম (হালিশহর)	০১৭১৩২৩৬৭৫৮	মমতাজ হাইটস (৪র্থ তলা), বড়পুল মোড় (ইসলামী ব্যাংকের বিপরীতে), হালিশহর।
কক্সবাজার	০১৭১৩২৩৬৭৬৬	সৈকত টাওয়ার (৫ম তলা), বার্মিজ মার্কেট, কক্সবাজার।

জেলা কো-অর্ডিনেটর

সুনামগঞ্জ	০১৩১৩৩৬৮৬৭১	রাঙ্গামাটি	০১৩১৩৩৬৮৬৬৬	মেহেরপুর	০১৩১৩৩৬৮৬৭০
হবিগঞ্জ	০১৩১৩৩৬৮৬৫৬	খাগড়াছড়ি	০১৩১৩৩৬৮৬৬৩	নড়াইল	০১৩১৩৩৬৮৬৫০
মৌলভীবাজার	০১৩১৩৩৬৮৬৫৫	শরীয়তপুর	০১৩১৩৩৬৮৬৪৮	বাগেরহাট	০১৩১৩৩৬৮৬৫৪
লক্ষীপুর	০১৩১৩৩৬৮৬৪৭	মাদারীপুর	০১৩১৩৩৬৮৬৬৮	পিরোজপুর	০১৩১৩৩৬৮৬৬০
বান্দরবান	০১৩১৩৩৬৮৬৬৫	রাজবাড়ী	০১৩১৩৩৬৮৬৬৯	ঝালকাঠি	০১৩১৩৩৬৮৬৫৯

বরগুনা	০১৩১৩৩৬৮৬৫৮
পটুয়াখালী	০১৩১৩৩৬৮৬৬১
ভোলা	০১৩১৩৩৬৮৬৬২
লালমনিরহাট	০১৩১৩৩৬৮৬৪৬
পঞ্চগড়	০১৩১৩৩৬৮৬৫৩
ঠাকুরগাঁও (পীরগঞ্জ)	০১৩১৩০০৩৬৩৪২